DIAGNOSE UND PROGNOSE DEFORMIERTER HÜFTGELENKE

Jost Busse

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546016_0077

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof.Dr.A.N.Witt

DIAGNOSE UND PROGNOSE DEFORMIERTER HÜFTGELENKE

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von
Jost Busse

aus
München

Jahr
1970

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Priv.Doz.Dr.D.Tönnis
Mitberichterstatter:	Prof.Dr.A.N.Witt,Prof.Dr.R.Zenker
Dekan:	Prof.Dr.W.Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	10.Oktober 1972

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung

II. Beschreibung der ausgewählten Röntgenbilder und der Messungen

III. Einführung eines Maßes zur Beurteilung der mechanischen Verhältnisse am Hüftgelenk - der Hüftwert

IV. Abgrenzung deformierter von nicht deformierten Hüftgelenken

V. Einteilung deformierter Hüftgelenke nach Graden der Deformierung

VI. Der Hüftwert im Vergleich zu anderen Meßgrößen am Hüftgelenk

VII. Beziehung zwischen Deformierung

VIII. Entwicklungsprognosen für deformierte Hüftgelenke

IX. Anhang

I. Einleitung

Die Ursache der Hüftarthrose ist bei vielen Patienten nicht zu klären (Françon). In den Fällen, in denen sich die Ursache aufdecken läßt (secundäre Hüftarthrosen), zeigt sich, daß eine Fehlbildung des Hüftgelenkes (congenital oder erworben) die häufigste Ursache ist.

Francillon kann bei einer Untersuchung 68,7 % der Coxarthrosen auf eine Deformierung zurückführen, wobei es sich bei der Deformierung teils um eine angeborene Dysplasie (abgeflachtes Pfannendach, subluxierte Stellung des Femurkopfes) handelt oder um eine durch Epiphysenlösung, Traumen, Morbus Perthes oder Chondrodystrophie erworbene Deformierung.
Lloyd-Roberts findet etwa 40 % , wobei hinzugefügt werden muß,daß der Autor bei fast 60 % seiner Fälle bezüglich der Ätiologie zu keinem Urteil kommt. Andere Autoren führen allein 40 % (Putti) bis 50 % (Albert) der Hüftarthrosen auf eine Dysplasie zurück.

Bedeutsam neben der Häufigkeit der Deformierung als Ursache der Coxarthrose ist der Umstand, daß sich ein deformiertes Hüftgelenk über kurz oder lang (Hackenbroch) zu einem arthrotischen Hüftgelenk entwickelt, weshalb Hackenbroch überhaupt von "praearthrotisch deformiert" spricht.

In dieser Arbeit wird nun ein Verfahren angegeben, wie man von einem Hüftgelenk entscheiden kann, ob es deformiert ist oder nicht. Die Begriffe "nicht deformiert" und "deformiert" sollen dabei in folgender Bedeutung verwandt werden: "nicht deformiert" soll ein Hüftgelenk dann heißen, wenn für es eine arthrotische Entwicklung auf Grund der Form des Gelenkes ausgeschlossen werden darf. Ist das nicht der Fall, so soll das Hüftgelenk "deformiert" genannt werden.

In der Literatur wird eine Reihe von Vorschlägen gemacht, wie man ein deformiertes Hüftgelenk erkennen kann (ACM - Winkel von Idelberger und Frank, CE - Winkel von Wiberg, Pfannendachwinkel von Hilgenreiner, Hilgenreinersche Linie, Mittelpunktsentfernung von

Kopf und Pfanne, Ménardsche Linie u.a.). Die Abgrenzung deformierter von nicht deformierten Hüftgelenken geschieht dabei auf Grund unterschiedlicher Auswahl des Materials und unterschiedlicher Überlegungen.

So wird zum Beispiel von Idelberger und Frank die Auswahl der Hüftgelenke nach dem röntgenologischen Befund vorgenommen. Sie finden bei 50 (röntgenologisch) normalen Hüftgelenken einen ACM - Winkel zwischen 42° und 50°, bei 20 (röntgenologisch) pathologisch veränderten Hüftgelenken einen ACM - Winkel von 52° bis 72°. Ein Hüftgelenk beurteilen sie nun als deformiert (dysplastische Pfanne), wenn der ACM - Winkel 52° erreicht oder überschreitet, sonst als nicht deformiert (normal).

Wiberg wählt sein Material nach klinischen Befunden aus. Er findet bei einer Untersuchung von 200 (klinisch) normalen Hüftgelenken nur eines mit einem CE - Winkel von 20°, 17 Hüftgelenke haben CE - Winkel zwischen 21° und 25°, der Rest hat größere CE - Winkel. Wiberg beurteilt nun ein Hüftgelenk dann als deformiert (mißgebildet), wenn der CE - Winkel kleiner als 20° ist. Bei Winkeln von 20° bis 25° spricht er von Übergangsfällen. Normal ist ein Hüftgelenk mit einem Winkel von mehr als 25°.

Tönnis und Brunken treffen in ihrer Arbeit über den jugendlichen Pfannendachwinkel die Auswahl wieder nach röntgenologischem Befund. Die Grenze zwischen deformiert und nicht deformiert (normal und fraglich pathologisch) finden sie auf Grund der statistischen Verteilung und auf Grund von Verlaufsbeobachtungen des Pfannendachwinkels.

Bei der Auswahl meines Materials verfahre ich etwa im Sinne von Wiberg (Kapitel I). Für die Abgrenzung deformierter von nicht deformierten Hüftgelenken gebe ich ein Verfahren an (Kapitel IV).

Das Hauptthema dieser Arbeit ist die Frage nach der Abgrenzung. Eine Antwort auf diese Frage setzt voraus, daß ein Maß vorhanden ist, welches möglichst viel über ein Hüftgelenk aussagt. Man kann zu einem solchen Maß kommen, wenn man die Einzelurteile, die sich aus dem

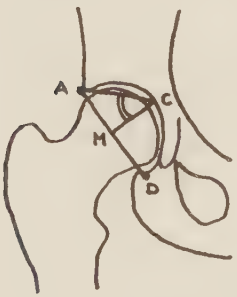
Messen verschiedener Größen am Hüftgelenk ergeben, zu einem Gesamturteil zusammenfaßt. Das habe ich in Kapitel III getan und gelange so zu einer Größe, die ich den Hüftwert nenne. Das Bestimmen des Hüftwertes gibt die Möglichkeit zu entscheiden, ob ein Hüftgelenk deformiert ist oder nicht (Kapitel IV). Dieses Verfahren wird in Kapitel VI mit anderen Methoden verglichen. In Kapitel VII werden klinische Befunde mit deformierten Hüftgelenken korreliert, um für sie Prognosen aufstellen zu können (Kapitel VIII).

II. Beschreibung der ausgewählten Röntgenbilder und der Messungen

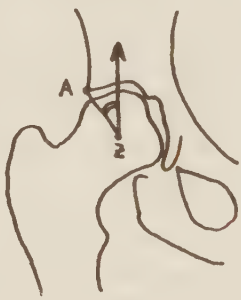
Für diese Arbeit stand das Röntgenarchiv der Orthopädischen Klinik der Universität München zur Verfügung. Aus diesem Archiv wurden insgesamt 817 röntgenologische Aufnahmen von Hüftgelenken im Alter zwischen 21 und 50 Jahren ausgesucht (gewissermaßen willkürlich). Die Hüftgelenke waren nicht operiert, und es lag außerdem für jedes Hüftgelenk ein Krankenblatt vor.

An jedem dieser 817 Hüftgelenke wurden sieben Größen - fünf Strekken (AZ,SR,TZ,MZ,AD) und zwei Winkel (ACM,CE) - gemessen. Die folgenden drei Skizzen zeigen, um welche Größen es sich hierbei handelt.

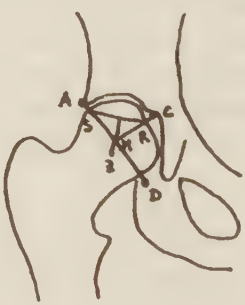
Skizze 1



Skizze 2



Skizze 3



Skizze 1 zeigt die von Idelberger und Frank angegebene Konstruktion. A ist der äußerste Punkt des Pfannenerkers in Richtung caudal - lateral. (anatomisch: erhöhter Rand der Hüftgelenkspfanne). D stellt sich meist als aufgehellter Punkt oder weiße Incisur am Ende der facies lunata dar. (anatomisch: tiefster Punkt des Pfannenrandes an der incisura acetabuli). M ist die Mitte der Strecke AD; C der Schnittpunkt einer Senkrechten auf AD (durch M) mit dem vom Pfannengrund gebildeten Bogen. Bei C liegt der von Idelberger und Frank angegebene ACM - Winkel.

Skizze 2 zeigt die von Wiberg angegebene Konstruktion. Z ist das Zentrum des caput femoris, A wieder der äußerste Punkt des Pfannenerkers. Der Pfeil zeigt in Richtung der Körpersenkrechten. Der von AZ und der Körpersenkrechten gebildete Winkel ist der Wibergsche CE - Winkel. (Wiberg schreibt C statt Z und E statt A, deshalb CE - Winkel). Wiberg meint mit Z den Mittelpunkt des auf dem Röntgenbild kreisförmigen caput femoris. Bei deformierten Hüftgelenken allerdings ist es oft nicht möglich, einen Kreismittelpunkt zu finden, da sich das caput eben nicht mehr als Kreis darstellt. Man kann sich dann behelfen, indem man sich an dem Teil des caput orientiert, der dem Pfannendach zugekehrt ist und Z als den Mittelpunkt des zu diesem Kreisbogen gehörenden Kreises wählt. Das ist fast immer durchführbar und deckt sich außerdem mit der Konstruktion von Wiberg, wenn diese ihrerseits eindeutig möglich ist.

In Skizze 3 sind neben den bisher genannten Punkten (A,C,D,M,Z) noch die Punkte S,T,R veranschaulicht. T ist Mittelpunkt der Strecke SR.S und R sind die Schnittpunkte des Kreisbogens des caput mit der Strecke MA bzw. MC.

Die fünf Strecken AZ,SR,TZ,AD und MZ wurden gemessen, um sie nötigenfalls als Hilfsgrößen zur Berechnung anderer Werte zur Verfügung zu haben. Eine solche Notwendigkeit ergab sich für die vier ersten Größen jedoch nicht. Mit der nachstehenden Tabelle der gefundenen statistischen Werte dieser Strecken soll deshalb ihre Betrachtung abgeschlossen sein (alle Maße in mm).

	normal	pathologisch
AZ	34,8 ± 3,0	36,7 ± 4,5
SR	35,9 ± 3,8	35,2 ± 5,1
TZ	20,5 ± 2,2	24,8 ± 5,6
AD	63,6 ± 6,2	66,3 ± 9,1

Die beiden Winkel (ACM,CE) und die Strecke MZ werden weiter unten noch gesondert betrachtet.

Das Röntgenbild jedes Hüftgelenkes wurde neben den Messungen noch nach zwei Gesichtspunkten beurteilt:

1. Erscheint das Hüftgelenk mißgebildet (dysplastisch,verformt) ?
2. Zeigt das Hüftgelenk arthrotische Veränderungen ?

Unter arthrotischen Veränderungen wurde dabei verstanden:

1. Vermehrte Sklerosierung von Kopf oder Pfanne; geringe Gelenkspaltsverschmälerung; geringer Randwulstanbau;
   = Coxarthrosegrad 1
2. Kleine Zysten in Kopf oder Pfanne; zunehmende Gelenkspaltsverschmälerung;
   = Coxarthrosegrad 2
3. Große Zysten in Kopf oder Pfanne; starke Gelenkspaltsverschmälerung bis völliger Schwund des Gelenkspaltes;
   = Coxarthrosegrad 3

Die Krankenblätter wurden nach ebenfalls zwei Gesichtspunkten durchgesehen:

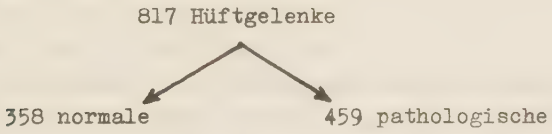
1. Hatte oder hat der Patient Schmerzen in dem Hüftgelenk und seit wann ?
2. Sind Bewegungseinschränkungen im Hüftgelenk aufgetreten und welcher Art ?

Mit Hilfe der aufgeführten Beurteilungen konnte ich die 817 Hüftgelenke in zwei Gruppen einteilen:

Gruppe I: Zu dieser Gruppe rechne ich alle Hüftgelenke, die symptomlos waren; das soll in diesem Fall heißen: die Hüftgelenke zeigten keine arthrotischen Veränderungen auf dem Röntgenbild, und aus dem Krankenblatt ging hervor, daß sie weder Schmerzen noch Bewegungseinschränkungen verursachen oder jemals verursachten.

Gruppe II: Ein Hüftgelenk, das nicht zur Gruppe I gehörte, habe ich zur Gruppe II gezählt. Hier treffen sich also alle Hüftgelenke, die auf dem Röntgenbild oder im Krankenblatt (oder in beiden) als pathologisch auffallen.

Hüftgelenke der ersten Gruppe nenne ich normal, die der zweiten Gruppe pathologisch. In diesem Sinne waren von den 817 Hüftgelenken 358 normal und 459 pathologisch.



III. Einführung eines Maßes zur Beurteilung der mechanischen Verhältnisse am Hüftgelenk - der Hüftwert

In diesem Kapitel führe ich ein Maß für die mechanischen Verhältnisse am Hüftgelenk ein. Allgemein läßt sich sagen, daß von zwei Maßen wohl das Maß das geeignetere ist, welches ein deformiertes Hüftgelenk sicherer erkennen läßt. In diesem Sinne wird sich das hier eingeführte Maß - der Hüftwert - geeigneter erweisen als der ACM - Winkel, der CE - Winkel oder die MZ - Strecke.

Der Hüftwert

Mit der obigen Bedeutung von normal und pathologisch sind alle Hüftgelenke in zwei voneinander geschiedene Gruppen eingeteilt insofern, als ein Hüftgelenk stets zu der einen oder anderen Gruppe gehört. Es ist kaum zu erwarten, daß sich diese strenge Einteilung auch auf dem Röntgenbild widerspiegelt, daß also zu den normalen Gelenken ganz bestimmte geometrische Konfigurationen gehören und zu den pathologischen bestimmte andere. Der Grund liegt auf der Hand: die mechanischen Verhältnisse des Hüftgelenkes sind ja nur eine - wenn auch wesentliche - Komponente für die Funktionstüchtigkeit des Hüftgelenkes. Es wird sich sogar zeigen, daß es zwar geometrische Verhältnisse gibt, die allein bei pathologischen Hüftgelenken vorkommen (schwer deformierte Hüftgelenke, Kapitel V), es aber umgekehrt keine geometrischen Verhältnisse gibt, die nur bei normalen Gelenken vorkommen.

Es liegen verschiedene Vorschläge vor, die mechanischen Verhältnisse des Hüftgelenkes zu erfassen (siehe Einleitung). Ich betrachte den Idelberger - Frank - Winkel (ACM - Winkel), den Wibergschen CE - Winkel und die MZ - Strecke.

Der ACM - Winkel ist näherungsweise ein Maß für die Ausbildung der Pfanne. Idealisiert man nämlich die Pfanne als eine von einer Kugel abgetrennte Kugelkappe, so läßt sich aus der Größe des ACM - Winkels berechnen, zu wieviel % diese Kugelkappe einer Halbkugel entspricht ($200 \cdot \cos^2 (\text{ACM})$ %).

Die Größe der Kugelkappe (% einer Halbkugel) läßt sich also allein aus dem ACM - Winkel berechnen (aus dem CE - Winkel nicht).
So wäre beispielsweise für einen ACM - Winkel von 45° die Pfanne eine volle Halbkugel (also 100 %); bei einem ACM - Winkel von 50° dagegen nur eine 83 % - ige.

Der CE - Winkel ist näherungsweise ein Maß für die Ausnutzung der Pfanne, und zwar in folgendem Sinne: bei der Übertragung des senkrechten Druckes durch das os coxae auf das caput femoris ist nur d e r Teil der Pfanne von Bedeutung, der Teile der nach cranial gerichteten Halbkugel des caput femoris überdeckt. Nur dort kann ein nach caudal gerichteter Druck auf das caput femoris übertragen werden. Wird nun wieder die Pfanne als kugelig angesehen (wie oben), so

TABELLE 1: Mittelwert und Streuung des ACM - Winkels

	normal	Anzahl	patholog.	Anzahl
21 J. - 50 J.	45,0 ± 3,2°	358	50,7 ± 7,3°	459
21 J. - 25 J.	45,3 ± 3,1°	67	50,6 ± 7,8°	73
26 J. - 30 J.	45,6 ± 3,1°	68	51,0 ± 7,7°	78
31 J. - 35 J.	45,2 ± 3,1°	66	50,2 ± 7,5°	72
36 J. - 40 J.	44,8 ± 3,0°	55	51,6 ± 7,5°	74
41 J. - 45 J.	44,1 ± 3,6°	38	49,5 ± 6,2°	92
46 J. - 50 J.	44,6 ± 3,0°	64	51,9 ± 7,5°	70

läßt sich aus dem CE - Winkel berechnen, eine wieviel prozentige Halbkugel den nach oben gerichteten Teil des caput femoris überdeckt ($100 \frac{1 + \sin(CE)}{2}$ %).

Wie die Formel zeigt, läßt sich also die Ausnutzung der Pfanne allein aus dem CE - Winkel berechnen (aus dem ACM - Winkel nicht). Die Ausnutzung der Pfanne ist somit durch den CE - Winkel vollständig bestimmt.
Das ergibt beispielsweise bei einem CE - Winkel von 36° den Wert von 79 %, bei 31° etwa 76 %.

Das Obengesagte erklärt auch die große Schwankungsbreite des CE - Winkels bei normalen Hüftgelenken, auf die Wiberg hinweist. Ein Vergleich mit dem ACM - Winkel zeigt nämlich, daß dort ein Unterschied von 5° (zB. zwischen 45° (Mittelwert bei normalen Hüftgelenken) und 50°) einen 17 % - igen Unterschied (in der Ausbildung der Pfanne) ausmacht; wogegen der gleiche Unterschied im Fall des CE - Winkels (zB. zwischen 36° (Mittelwert bei normalen Hüftgelenken) und 31°) nur einen 3 % - igen Unterschied (in der Ausnutzung der Pfanne) ausmacht. Anders formuliert: große Unterschiede im CE - Winkel haben nur kleine Konsequenzen für die Funktion des Gelenkes.

Die Strecke MZ stellt ein gewisses Maß für die Dezentrierung von caput femoris und Pfanne dar.
Die Dezentrierung zweier Kugeln (hier caput und Pfanne) entspricht nämlich der Entfernung der beiden Kugelmittelpunkte voneinander.

TABELLE 2: Mittelwert und Streuung des CE - Winkels

	normal	Anzahl	patholog.	Anzahl
21 J. - 50 J.	35,7 ± 6,5°	358	19,8 ± 15,5°	459
21 J. - 25 J.	35,2 ± 7,1°	67	19,2 ± 14,4°	73
26 J. - 30 J.	34,6 ± 5,3°	68	19,7 ± 16,0°	78
31 J. - 35 J.	35,0 ± 7,1°	66	19,5 ± 16,1°	72
36 J. - 40 J.	36,8 ± 6,8°	55	18,8 ± 17,2°	74
41 J. - 45 J.	37,1 ± 6,0°	38	22,1 ± 14,5°	92
46 J. - 50 J.	36,4 ± 6,0°	64	18,9 ± 14,8°	70

Hat man nur die Projektion der beiden Kugeln auf eine Ebene (hier Röntgenbild), so wird man am zweckmäßigsten den Abstand der beiden Kreismittelpunkte wählen, um eine Größe für die Dezentrierung zu erhalten. Dieser entspricht im Fall von caput femoris und Pfanne in etwa der Strecke MZ (sie entspricht diesem Wert genau bei einem ACM-Winkel von 45°).

Es liegt nahe, diese drei Messungen zu e i n e m Urteil über die mechanischen Verhältnisse am Hüftgelenk zusammenzuziehen, da jede dieser Messungen eine andere Eigenschaft des Gelenkes erfaßt. Den

Vorteil einer solchen Zusammenfassung werde ich in dieser Arbeit wiederholt zeigen.

Ich werde deshalb zur Charakterisierung des Hüftgelenkes einen numerischen Wert wählen - den Hüftwert -, der sich aus dem ACM - Winkel, dem CE - Winkel und der Strecke MZ berechnet. Durch eine solche Größe wird dreierlei erfaßt:

1. Ausbildung der Pfanne
2. Ausnutzung der Pfanne
3. Stellung von Kopf zur Pfanne (Dezentrierung)

Die Definition des Hüftwertes soll so gehalten sein, daß alle drei Größen gleichen Einfluß haben. Es soll insbesondere vermieden werden,

TABELLE 3: Mittelwert und Streuung der MZ - Strecke

	normal	Anzahl	pathолog.	Anzahl
21 J. - 50 J.	3,9 ± 1,7mm	358	9,8 ± 6,7mm	459
21 J. - 25 J.	3,9 ± 1,8mm	67	8,4 ± 5,4mm	73
26 J. - 30 J.	3,6 ± 1,3mm	68	9,0 ± 6,3mm	78
31 J. - 35 J.	4,1 ± 1,8mm	66	10,4 ± 7,0mm	72
36 J. - 40 J.	3,7 ± 1,5mm	55	11,4 ± 7,6mm	74
41 J. - 45 J.	4,1 ± 1,9mm	38	9,2 ± 5,6mm	92
46 J. - 50 J.	4,3 ± 1,9mm	64	10,6 ± 8,0mm	70

daß zB. die MZ - Strecke wegen ihrer gegenüber den Werten von ACM und CE kleinen Maßen von geringerem Einfluß ist. Weiterhin soll erreicht werden, daß der Mittelwert des Hüftwertes normaler Hüftgelenke 10 ist (leicht zu merken) und alle Gelenke positive Hüftwerte haben.

Der Hüftwert soll deshalb erklärt werden als die Summe

$HW = A + B + C + 10$, wobei

$A = \sqrt{3} \cdot$ (ACM - Mittelwert von ACM)/Streuung von ACM ,

$B = \sqrt{3} \cdot$ (Mittelwert von CE - CE)/Streuung von CE ,

$C = \sqrt{3} \cdot$ (MZ - Mittelwert von MZ)/Streuung von MZ .

TABELLE 4: Mittelwert und Streuung des Hüftwertes HW

	normal	Anzahl	patholog.	Anzahl
21 J. - 50 J.	10,0 ± 3,4	358	23,0 ± 13,3	459
21 J. - 25 J.	10,3 ± 3,9	67	21,6 ± 11,9	73
26 J. - 30 J.	10,3 ± 3,1	68	22,3 ± 13,4	78
31 J. - 35 J.	10,4 ± 3,6	66	23,3 ± 13,9	72
36 J. - 40 J.	9,3 ± 3,2	55	25,3 ± 14,7	74
41 J. - 45 J.	9,4 ± 3,4	38	21,2 ± 11,5	92
46 J. - 50 J.	9,9 ± 3,1	64	24,6 ± 14,6	70

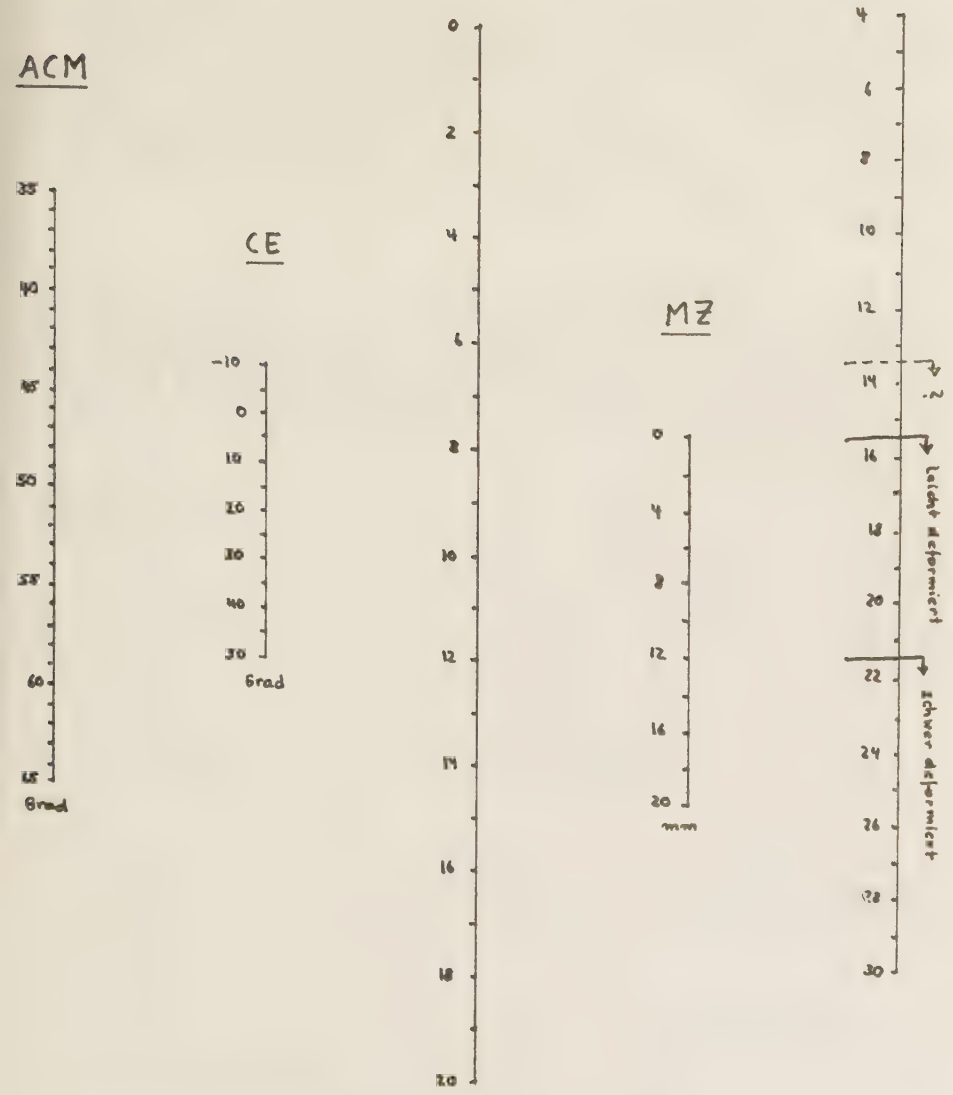
Die Berechnung des Hüftwertes HW aus den Größen ACM, CE und MZ geschieht entsprechend seiner Definition. Bequemer ist das Benutzen eines Nomogrammes.

Bei dem "Nomogramm zum Aufsuchen des Hüftwertes" (sogenannte Fluchtlinientafel, siehe zB. W. Meyer zur Capellen "Leitfaden der Nomographie") hat man so vorzugehen: durch den ACM - Wert und den CE - Wert wird eine Gerade gelegt. Diese schneidet die mittlere Skala in einem bestimmten Punkt. Legt man durch diesen und den MZ - Wert wiederum eine Gerade, so liefert der Schnittpunkt dieser Geraden mit der HW - Skala den gesuchten Hüftwert.

Dieses Nomogramm gilt für die Hüftgelenke im Alter zwischen 21 und 50 Jahren. Für jugendliche Gelenke ist es geringfügig abzuändern.(Die Nomogramme bringt R. Brückel in seiner Arbeit über jugendliche Hüftgelenke).
Die mittlere Skala ist nur einer besseren Orientierung beim Ablesen wegen beziffert.

Um einen ersten Eindruck von dem unterschiedlichen diagnostischen Wert der Größen ACM, CE, MZ einerseits und dem Hüftwert HW andererseits

Nomogramm zum Aufsuchen des Hüftwertes (21 - 50 Jahre) HW



bei HW ≥ 15,5 deformiert

bei HW ≥ 13,5 Hüftwert an neuem Röntgenbild nachkontrollieren

zu gewinnen, sei hier ein Beispiel angeführt: zwischen den Maßen des linken und des rechten Hüftgelenkes eines Beckens besteht kein sehr großer Unterschied, wenn beide Gelenke normal sind. Anders verhält es sich im Falle pathologischer Hüftgelenke, bei denen in der Regel die Differenz aller Werte größer ist. Das heißt, die Differenz zwischen linkem und rechtem Hüftgelenk ist ein gewisses diagnostisches Mittel zur Unterscheidung pathologischer von normalen Gelenken. An der Differenz der Hüftwerte aber erkennt man mehr pathologische Hüftgelenke als an der entsprechenden Differenz der übrigen Werte. (Näheres dazu siehe Ergebnis 7).

Der ACM - Winkel, der CE - Winkel und die MZ - Strecke sind Maße für Ausbildung der Pfanne, Ausnutzung der Pfanne, bzw. Dezentrierung von caput femoris und Pfanne. Der Hüftwert gibt ein zusammengefaßtes Urteil über das Hüftgelenk. Um einen Ausdruck zur Verfügung zu haben, will ich im Folgenden sagen, daß der Hüftwert die Form des Hüftgelenkes beurteilt.

Die Tabellen 1 bis 4 geben einen Überblick über die Mittelwerte und Streuungen der vier Größen. Um einen Vergleich zu haben, sind die Werte pathologischer Hüftgelenke in die Tabellen mitaufgenommen.

IV. Abgrenzung deformierter von nicht deformierten Hüftgelenken

In diesem Kapitel wird ein Verfahren zur Abgrenzung zwischen deformierten und nicht deformierten Hüftgelenken angegeben. Das Kapitel ist in drei Teile gegliedert. Im ersten Teil wird das Verfahren am Beispiel des ACM - Winkels erläutert; im zweiten Teil wird die genannte Abgrenzung vorgenommen. Der dritte Teil bringt Ergebnisse im Zusammenhang mit der Abgrenzung.

1. Teil

In krassen Fällen wird man durch bloßes Betrachten des Röntgenbildes entscheiden können, ob ein Hüftgelenk deformiert ist oder nicht; hier braucht man nicht zu messen. In den weniger eindeutigen Fällen wird man auf das Messen nicht verzichten, da sonst das Urteil von den Vorstellungen des Betrachters, die dieser von normalen Hüftgelenken hat, bestimmt wird. Der Mangel an Objektivität bei einem solchen Verfahren ist offensichtlich, was sich wiederum leicht zeigen läßt (Kapitel VI).

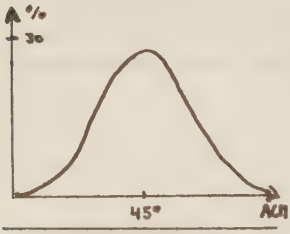
Hat man nun ein Hüftgelenk (Röntgenbild) ausgemessen, so stellt sich die Frage, ob auf Grund der gemessenen Werte eine arthrotische Entwicklung für die Zukunft ausgeschlossen werden darf oder aber nicht. Um die Frage beantworten zu können, muß für die gemessenen Größen der jeweils k r i t i s c h e Wert bekannt sein; der Wert also, bei dessen Überschreiten erst ein Zustand beginnt, bei dem die mechanischen Gegebenheiten des Hüftgelenkes eine pathologische Entwicklung einleiten können.
Würde man sich hier als kritischen Wert etwa die Standartabweichung oder das Ende der Verteilung normaler Hüftgelenke aussuchen, so wäre das natürlich rein willkürlich und nicht gerechtfertigt (sofern keine speziellen Beweise vorliegen).

Es geht hier also um die Frage nach den kritischen Werten für die betrachteten Größen ACM, CE, MZ und HW.

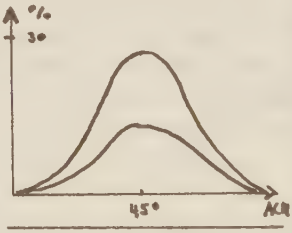
Dazu sei einmal die folgende Überlegung angestellt: bestimmt man die Verteilung des ACM - Winkels bei normalen Hüftgelenken, so wird man

etwa zu einem Bild, wie Skizze 4, kommen.

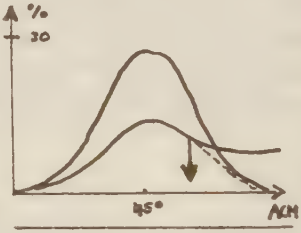
Skizze 4



Skizze 5



Skizze 6



Nun kann man aber zu jedem ACM - Wert, der bei normalen Hüftgelenken vorkommt, auch pathologische Gelenke finden. Es gibt ja neben den Arthrosen auf Grund einer Deformierung Hüftgelenkserkrankungen ganz anderer Ätiologie (zB. stoffwechselbedingter Art), die also durch eine noch so gute Ausbildung des Pfannendaches (ACM - Winkel) gar nicht verhindert werden können.

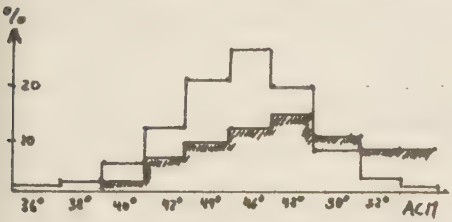
Im ACM - Bereich der normalen Hüftgelenke liegen somit auch pathologische Gelenke, deren Zustand in keinem Zusammenhang mit dem ACM - Winkel steht. Die ACM - Werte dieser Hüftgelenke verteilen sich dann aber genauso wie die ACM - Werte der normalen Hüftgelenke (siehe Skizze 5; zufällige Schwankungen sind darin natürlich nicht berücksichtigt). Oder anders formuliert: in jedem ACM - Teilbereich ist das Verhältnis der Anzahl normaler Hüftgelenke zu der Anzahl dieser pathologischen Gelenke gleich (zB. an der Stelle, an der die normalen Hüftgelenke ein Maximum haben, haben auch die pathologischen Gelenke ein Maximum; und an der Stelle, an der die normalen Hüftgelenke auf die Hälfte abgesunken sind, sind es auch die pathologischen).

Trägt man die ACM - Verteilung a l l e r pathologischen Hüftgelenke auf, so kommt man zu einem anderen Bild. Dann nämlich muß der gleichmäßige Verlauf der Kurven in Skizze 5 gestört sein. Ab dem kritischen Wert gesellen sich zu den pathologischen Gelenken der Skizze 5 ja noch diejenigen, deren pathologischer Zustand in einem

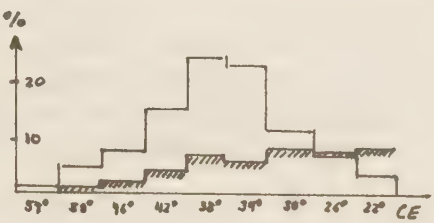
Abhängigkeitsverhältnis zur Ausbildung der Pfanne steht (Skizze 6).

Die "Knickstelle" zeigt nun offensichtlich die Lage des kritischen Wertes. Hier ist das Verhältnis der Anzahl normaler zu der Anzahl pathologischer Gelenke kleiner, da eben relativ mehr pathologische Hüftgelenke auftreten.

Skizze 7



Skizze 8



Diese hier am Beispiel des ACM - Winkels gemachten Überlegungen gelten in analoger Weise auch für die anderen Größen. So ergaben meine Auswertungen der Skizze 6 entsprechende Bilder (Skizzen 7 bis 10). In Skizze 10 (für den Hüftwert) spiegeln sich diese Verhältnisse am deutlichsten wider. (Bei den Skizzen 7 bis 10 sind die Prozentwerte (Ordinatenwerte) für die nicht angegebenen Abszissenwerte jeweils zu den Prozentwerten der nächst größeren, angegebenen Abszissenwerte addiert).

Ich diskutiere hier übrigens nur den kritischen Wert, der in pathologischer Richtung liegt. Die Möglichkeit für einen zweiten kritischen Wert in der anderen Richtung (Protrusio acetabuli !) ist zwar grundsätzlich vorhanden, meine Auswertungen ergaben aber keinen Anhaltspunkt für einen solchen - vielleicht der zu geringen Anzahl der ausgewerteten Hüftgelenke wegen.

Im folgenden Teil soll die "Knickstelle" - der kritische Wert - für die vier Größen ACM, CE, MZ und HW rechnerisch ermittelt werden.

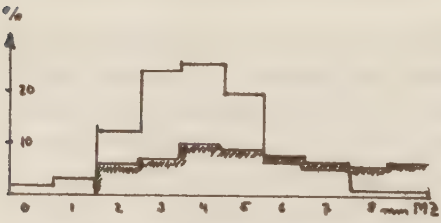
2. Teil

Der kritische Wert (für ACM, CE, MZ, HW) darf jeweils außerhalb des Bereiches angenommen werden, in dem die normalen Hüftgelenke am dichtesten liegen. Es ist nämlich unwahrscheinlich, daß er in einem Bereich liegt, den gerade die normalen Gelenke am häufigsten einnehmen.

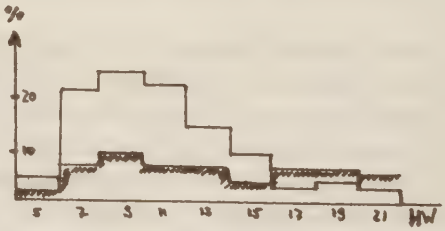
Meine Auswertungen legen es nun nahe, den kritischen Wert jeweils außerhalb folgender Bereiche zu suchen (vergleiche Skizze 7 bis 10):

44° - 47° für den ACM - Winkel,
33° - 38° für den CE - Winkel,
3 mm - 5 mm für die MZ - Strecke,
7 - 11 für den Hüftwert.

Skizze 9



Skizze 10



In diesen Bereichen steht die Zahl der normalen Hüftgelenke zu der Anzahl pathologischer Gelenke in einem bestimmten Verhältnis.

Es stellt sich nun die Frage, ab welcher Stelle sich zum ersten Mal dieses Verhältnis signifikant ändert. Diese Stelle ist den bisherigen Erklärungen zufolge als der kritische Wert anzusehen.

Eine Antwort auf die Frage liefert der Chi - Quadrat - Test der Statistik (siehe zB. B.L. van der Waerden "Mathematische Statistik").

Mit diesem Test läßt sich entscheiden, ob ein beobachteter Unterschied zweier Verhältnisse als zufällig angesehen werden muß oder nicht.

Ich habe nun die Verhältnisse der Anzahl normaler zu pathologischen Hüftgelenken in den oben genannten Bereichen mit denen der übrigen Bereiche verglichen.

In den Vergleichsbereichen (in denen der kritische Wert also nicht angenommen wird, da hier die normalen Gelenke am dichtesten liegen) waren die Hüftgelenke folgendermaßen verteilt:

Bereich	Anzahl der normalen Hüftgelenke	Anzahl der pathologischen Hüftgelenke
$44^{\circ} \leq$ ACM $\leq 47^{\circ}$	178	118
$33^{\circ} \leq$ CE $\leq 38^{\circ}$	147	53
3mm $\leq$ MZ $\leq$ 5mm	248	118
7 $\leq$ HW $\leq$ 11	212	89

Ein abweichendes Verhältnis, das nicht mehr als zufällig angesehen werden kann (signifikant unterschiedlich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %), fand sich bei folgenden Werten:

Bereich	Anzahl der normalen Hüftgelenke	Anzahl der pathologischen Hüftgelenke
ACM = 49°	15	26
CE = 30°	19	17
MZ = 6mm	20	35
HW = 16	5	24

Bei diesen Werten läßt sich also zum ersten Mal ein signifikant kleineres Verhältnis von normalen zu pathologischen Hüftgelenken feststellen; es treten also relativ mehr pathologische Hüftgelenke auf. Von diesen kritischen Werten an läßt sich somit nicht mehr aus-

schließen, daß die den gemessenen Werten entsprechende Konfiguration des Hüftgelenkes Ursache für eine Arthrose sein kann.

Nach dem Gesagten gilt somit das

Ergebnis 1: Ursache einer pathologischen Entwicklung kann

die Ausbildung der Pfanne sein, wenn der ACM - Winkel $\geq 49^{\circ}$ ist,
die Ausnutzung der Pfanne sein, wenn der CE - Winkel $\leq 30^{\circ}$ ist,
die Dezentrierung sein, wenn die MZ - Strecke $\geq$ 6mm ist,
die Form des Gelenkes sein, wenn der Hüftwert $\geq$ 16 ist.

(Bei Ergebnis 1 fällt übrigens auf, daß der kritische Wert des CE - Winkels 30° ist, während Wiberg einen vergleichbaren Wert von 25° angibt. Idelberger und Frank bezeichnen einen ACM - Winkel bis 52° als normal, ich finde als kritischen Wert 49°).

Bei den kritischen Werten ist zum ersten Male das besprochene Zahlenverhältnis von normalen zu pathologischen Hüftgelenken signifikant kleiner als in den entsprechenden Vergleichsbereichen. Davor ist eine Verschiedenheit nicht signifikant nachweisbar. Das heißt, daß verschiedene Zahlenverhältnisse vor dem kritischen Wert als zufällig angesehen werden müssen. Anders formuliert: bis zu den kritischen Werten besteht also keine Abhängigkeit zwischen dem pathologischen Zustand des Hüftgelenkes einerseits und den von der entsprechenden Größe beurteilten mechanischen Gegebenheiten andererseits.

Somit gilt in Ergänzung zum Ergebnis 1

Ergebnis 2: Die Ausbildung bzw. Ausnutzung der Pfanne, bzw. Dezentrierung, bzw. Form des Gelenkes braucht nicht als Ursache einer pathologischen Entwicklung des Gelenkes erwartet werden, wenn

der ACM - Winkel $< 49^{\circ}$ ist, bzw.
der CE - Winkel $> 30^{\circ}$ ist, bzw.
der MZ - Wert $<$ 6mm ist, bzw.
der Hüftwert $<$ 16 ist.

Hat man nun bei einem Hüftgelenk eine Größe G gemessen (G = ACM, CE, MZ oder HW), die den kritischen Wert erreicht oder übersteigt, so läßt sich nicht ausschließen, daß die von G erfaßte Konfiguration des Gelenkes einmal Anlaß zu einer pathologischen Entwicklung geben wird. Aus diesem Grunde will ich solche Hüftgelenke als "deformiert bezüglich G" bezeichnen. Ergebnis 1 führt also zu folgenden Definitionen: ein Hüftgelenk ist

deformiert bezüglich ACM, wenn der ACM - Winkel $\geq 49^{\circ}$ ist,
deformiert bezüglich CE , wenn der CE - Winkel $\leq 30^{\circ}$ ist,
deformiert bezüglich MZ , wenn der MZ - Wert $\geq$ 6mm ist,
deformiert bezüglich HW , wenn der Hüftwert $\geq$ 16 ist.

Mit dieser Bedeutung von "deformiert bezüglich G" läßt sich noch Ergebnis 3 formulieren.

Ergebnis 3: Ist ein Hüftgelenk deformiert bezüglich einer Größe G, so muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß die durch die Größe G beurteilten mechanischen Verhältnisse des Gelenkes Ursache für eine pathologische Entwicklung sein werden (Ergebnis 1), sonst nicht (Ergebnis 2).

Die gewünschte Abgrenzung deformierter von nicht deformierten Hüftgelenken ist mit Ergebnis 1 und 2 (und natürlich auch mit Ergebnis 3) erreicht. Im nächsten Teil werden Ergebnisse gebracht, die in Zusammenhang mit dieser Abgrenzung stehen.
(Die Abgrenzung ist übrigens bisher (Ergebnisse 1 bis 3) prognostisch ausgewertet; im Fall pathologischer Hüftgelenke gestattet die Abgrenzung eine entsprechend diagnostische Aussage, siehe Ergebnis 10).

3. Teil

Eine Größe G, die ein Maß für eine Fehlbildung am Hüftgelenk sein soll, ist natürlich nutzlos, wenn sie für zuviele normale Gelenke eine arthrotische Entwicklung möglich erscheinen läßt. Somit ist eine Größe G_1 besser als eine Größe G_2 , wenn mehr normale Hüftgelenke als "nicht deformiert bezüglich G_1 " bezeichnet werden können

als es für G_2 der Fall ist.

In diesem Zusammenhang ist das Ergebnis 4 von Interesse.

Ergebnis 4: Von den normalen Hüftgelenken sind
84 % bis 92 % nicht deformiert bezüglich ACM,
75 % bis 84 % nicht deformiert bezüglich CE,
82 % bis 90 % nicht deformiert bezüglich MZ,
90 % bis 96 % nicht deformiert bezüglich HW.

(Alle in dieser Arbeit angegebenen Vertrauensgrenzen beziehen sich auf eine Wahrscheinlichkeit von 95 %)

Das Ergebnis 4 ist der relativ niedrigen Prozentzahlen für den CE - Winkel wegen überraschend. Im Sinne der vorausgegangenen Betrachtung schneidet er von den vier Größen am schlechtesten ab; die besten Werte zeigt HW, dann folgen ACM und MZ.

Wie groß ist nun der Prozentsatz derjenigen pathologischen Hüftgelenke, deren pathologischer Zustand nicht durch die Mechanik des Gelenkes verursacht wird ?
Diese Gelenke können natürlich nur im Bereich der normalen Hüftgelenke liegen.

In Tabelle 5 sind die zu einer Antwort nötigen Daten zusammengestellt. Wie diese Tabelle zeigt, haben 83 % bis 92 % (Vertrauensgrenzen) der normalen Hüftgelenke einen ACM - Winkel von weniger als 49°; bei pathologischen Gelenken sind die entsprechenden Werte 40 % bis 52 %. Das heißt, daß bis zum kritischen Wert das Verhältnis der Prozentzahl normaler zu pathologischen Hüftgelenken höchstens 92 % / 40 % beträgt und wenigstens 83 % / 52 %. Diese Grenzen (92/40 und 83/52) gelten nun aber nicht nur im Bereich vor dem kritischen Wert, sondern im Bereich aller normalen Hüftgelenke, wenn man diejenigen pathologischen Gelenke nicht mitrechnet, die auf Grund mechanischer Verhältnisse pathologisch sind. Man vergegenwärtige sich hier noch einmal die Skizze 5 und das dort Gesagte: das Verhältnis der Anzahl (also auch der Prozentzahl) von normalen zu pathologischen Hüftgelenken ist überall gleich.

TABELLE 5: Nicht deformierte Hüftgelenke

	ACM 49°	CE 30°	MZ 6mm	HW 16
normale Hüftgelenke	88 %	80 %	82 %	94 %
Vertrauensgrenzen(98%)	83 % - 92 %	74 % - 85 %	81 % - 90 %	89 % - 96 %
patholog. Hüftgelenke	46 %	27 %	32 %	29 %
Vertrauensgrenzen(98%)	40 % - 52 %	21 % - 32 %	27 % - 38 %	24 % - 40 %

Auf die jetzige Betrachtung angewandt, bedeutet dies, daß im Bereich aller Hüftgelenke wenigstens 44 % (92 % / 40 % = 100 % / 44 %) und höchstens 62 % (83 % / 52 % = 100 % / 62 %) pathologischer Gelenke liegen, deren pathologischer Zustand in keinem Abhängigkeitsverhältnis zu der vom ACM - Winkel erfaßten Konfiguration steht.

Zusammen mit den entsprechenden Überlegungen für die anderen Größen gilt das

Ergebnis 5: Nicht verantwortlich für den pathologischen Zustand eines Hüftgelenkes ist

in 44 % bis 62 % die Ausbildung des Pfannendaches,
in 26 % bis 43 % die Ausnutzung des Pfannendaches,
in 30 % bis 46 % die Dezentrierung,
in 30 % bis 45 % die Form des Gelenkes.

Als komplementär zum Ergebnis 5 kann das nächste Ergebnis angesehen werden.

Ergebnis 6: Allein- oder mitverantwortlich für den pathologischen Zustand eines Hüftgelenkes ist

in 38 % bis 56 % die Ausbildung der Pfanne,
in 57 % bis 74 % die Ausnutzung der Pfanne,
in 54 % bis 70 % die Dezentrierung,
in 55 % bis 70 % die Form des Gelenkes.

Die Ergebnisse 5 und 6 zeigen deutlich, daß die Ausbildung der Pfanne (ACM - Winkel) für die Krankheitsursache weniger bedeutsam ist als Ausnutzung der Pfanne, Dezentrierung und Form des Gelenkes.

Mit "Ausbildung der Pfanne" kann hier natürlich nur diejenige Ausbildung gemeint sein, die vom ACM - Winkel erfaßt wird. Wie die Ergebnisse von R. Brückel zeigen, ist die Ausbildung, wie sie vom Hilgenreinerschen Pfannendachwinkel erfaßt wird, viel häufiger Ursache des pathologischen Zustandes eines Hüftgelenkes. Der ACM - Winkel bei erwachsenen Hüftgelenken ist daher kein gleichwertiger Ersatz für den Hilgenreinerschen Pfannendachwinkel bei jugendlichen. (Der Hilgenreinersche Pfannendachwinkel ist ja bekanntlich bei erwachsenen Gelenken nicht mehr meßbar.) Bei diesem Vergleich habe ich einmal angenommen, daß die Ausbildung der Pfanne bei erwachsenen und jugendlichen Hüftgelenken von gleicher Bedeutung ist; gilt diese Annahme nicht, so hieße das, daß mit zunehmendem Alter die Ausbildung der Pfanne an Bedeutung verliert.

Am Rande sei noch auf die folgende Beobachtung hingewiesen: betrachtet man die Differenzen zwischen linken und rechten Werten bei normalen und pathologischen Hüftgelenken, so ergibt sich nach meinem Material folgendes Bild:

	ACM-Differenz $> 6^{\circ}$	CE-Differenz $> 11^{\circ}$	MZ-Differenz > 4mm	HW-Differenz > 5
normal	3 %	3 %	3 %	3 %
pathologisch	55 %	54 %	59 %	68 %

(Auswertung von 124 Becken mit je zwei normalen Gelenken und 142 Becken mit zwei pathologischen Gelenken).

Unabhängig von der Zufälligkeit meines Materials ist das

Ergebnis 7:	ACM-Differenz $> 6^{\circ}$	CE-Differenz $> 11^{\circ}$	MZ-Differenz > 4mm	HW-Differenz > 5
normal	1 % - 7 %	1 % - 7 %	1 % - 7 %	1 % - 7 %
pathologisch	47 % - 63 %	46 % - 62 %	51 % - 67 %	59 % - 75 %

Ergebnis 7 zeigt, daß die Differenz des Hüftwertes von größerem diagnostischen Wert ist als die Differenz der anderen Werte (wie in Kapitel III bereits erwähnt).

V. Einteilung deformierter Hüftgelenke nach Graden der Deformierung

Neben den kritischen Werten sind noch diejenigen Größen von Interesse, die das Ende der Verteilung von normalen Hüftgelenken markieren. Gemeint sind also diejenigen Werte, die nur noch von pathologischen Gelenken über- oder unterboten werden.

Für die von mir untersuchten Hüftgelenke lagen die Grenzen bei

54° für den ACM - Winkel,
18° für den CE - Winkel,
9mm für den MZ - Wert ,
21 für den Hüftwert .

Idelberger und Frank fanden als Grenze für den ACM - Winkel 50°. Sie bezeichneten allerdings Hüftgelenke dann als normal, wenn ihnen das Röntgenbild normal erschien. In dieser Arbeit dagegen ist ein Hüftgelenk dann normal, wenn es keine Schmerzen oder Bewegungseinschränkungen verursacht und das Röntgenbild des Gelenkes keine arthrotischen Veränderungen aufweist (siehe Kapitel II). In diesem Sinne spricht vermutlich auch Wiberg von normal. Für den CE - Winkel findet er 20° als Grenze der normalen Hüftgelenke.

Ganz allgemein gilt das

Ergebnis 8: Wenigstens 99 % aller normalen Hüftgelenke haben

$$\begin{aligned} \text{ACM - Winkel} &\leq 54^{\circ}, \\ \text{CE - Winkel} &\geq 18^{\circ}, \\ \text{MZ - Werte} &\leq 9\text{mm}, \\ \text{Hüftwerte} &\leq 21. \end{aligned}$$

Wie die Skizzen 4 bis 7 zeigen, laufen die Verteilungskurven der normalen Hüftgelenke in Richtung pathologischer Werte flach aus, weswegen sich das obige Ergebnis noch etwas aussagestärker formulieren läßt.

Ergebnis 9: Wenigstens 94 % aller normalen Hüftgelenke haben

ACM - Winkel $\leq 50^{\circ}$,
CE - Winkel $\geq 22^{\circ}$,
MZ - Werte $\leq$ 7mm ,
Hüftwerte $\leq$ 17 .

Legt man nun auf eine Unterteilung der deformierten Gelenke Wert, so bieten sich der kritische Wert und der Wert, der das Ende der Verteilung normaler Gelenke markiert, als Grenzmarken an.

Ich nenne deshalb ein Hüftgelenk leicht deformiert bezüglich einer Größe G, wenn folgendes gilt:

leicht deformiert bezüglich ACM, wenn ACM zwischen 49° und 54° ,
leicht deformiert bezüglich CE , wenn CE zwischen 30° und 18° ,
leicht deformiert bezüglich MZ , wenn MZ zwischen 6mm und 9mm ,
leicht deformiert bezüglich HW , wenn HW zwischen 16 und 21 .

Entsprechend sei schwer deformiert bezüglich einer Größe G erklärt:

schwer deformiert bezüglich ACM, wenn ACM größer als 54° ,
schwer deformiert bezüglich CE , wenn CE kleiner als 18° ,
schwer deformiert bezüglich MZ , wenn MZ größer als 9mm ,
schwer deformiert bezüglich HW , wenn HW größer als 21 .

Mit Verwendung dieser Bezeichnungen läßt sich das Ergebnis 10 formulieren. (Ergebnis 3 ist hier sowohl mit seiner prognostischen (für normale Hüftgelenke) als auch seiner diagnostischen (für pathologische Hüftgelenke) Aussagemöglichkeit enthalten.)

Ergebnis 10: 1. Bei einem bezüglich G nicht deformierten Hüftgelenk braucht man nicht zu erwarten, daß die durch G beurteilten mechanischen Verhältnisse Ursache für eine pathologische Entwicklung sein werden oder - im Falle bereits pathologischer Gelenke - sind.

2. Bei einem bezüglich G leicht deformierten Hüftgelenk muß damit gerechnet werden, daß die durch G beurteilten mechanischen Verhältnisse Ursache für eine pathologische Entwicklung sein können oder - im Falle pathologischer Gelenke - sind.

3. Bei einem bezüglich G schwer deformierten Hüftgelenk sind die von G beurteilten mechanischen Verhältnisse mit- oder alleinverantwortlich für den pathologischen Zustand des Gelenkes.

VI. Der Hüftwert im Vergleich mit anderen Meßgrößen am Hüftgelenk

Dieses Kapitel ist in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil werden die vier Größen ACM, CE, MZ und HW miteinander verglichen. Der zweite Teil befaßt sich mit der Genauigkeit eines auf Grund des "klinischen Blickes" entstandenen Urteils.

1. Teil

Welche der vier Größen ACM, CE, MZ und HW zeigt nun am deutlichsten, ob eine arthrotische Entwicklung auf Grund einer Fehlbildung zu erwarten ist ?
Und im pathologischen Fall: welche der vier Größen läßt am besten erkennen, ob eine Fehlbildung des Gelenkes mit- oder alleinverantwortlich für die bestehende Arthrose ist ?

Um die beiden Fragen zu beantworten, will ich diese vier Größen auf ihre Eignung hin, die Ursache einer durch Deformierung entstandenen Arthrose zu erfassen, an drei Forderungen prüfen.

1. Forderung: Die Ursache der Arthrose soll bei möglichst vielen pathologischen Hüftgelenken auf die von der Größe G gemessene Konfiguration des Gelenkes zurückzuführen sein.

Mit anderen Worten: mit der Messung der Größe G soll die hauptsächliche Krankheitsursache auch tatsächlich erfaßt werden.

2. Forderung: "Deformiert bezüglich G" soll eine möglichst sichere Voraussage einer arthrotischen Entwicklung sein.

Für ein normales Hüftgelenk, das den kritischen Wert von G übersteigt, bedeutet dies ja nicht, daß es zwangsläufig arthrotisch wird. Es bedeutet nur, daß eine arthrotische Entwicklung auf Grund der von G erfaßten mechanischen Verhältnisse nicht mehr ausgeschlossen werden kann. Das heißt nun, daß auch über Hüftgelenke das Urteil "deformiert bezüglich G" gesprochen wird, die auf Grund der von G erfaßten Konfiguration jedenfalls nicht arthrotisch werden.

Die Gruppe dieser Gelenke soll nun möglichst klein sein. Die Forderung 2 verlangt also, daß möglichst viele normale Hüftgelenke als nicht deformiert bezüglich G eingestuft werden sollen.

3. Forderung: "Deformiert bezüglich G" soll eine möglichst sichere Diagnose für eine bestehende Arthrose sein.

Für ein pathologisches Hüftgelenk, welches den kritischen Wert von G übersteigt, also deformiert bezüglich G ist, kann man lediglich nicht ausschließen, daß die von G erfaßte Fehlbildung Ursache der Arthrose ist. Es werden nämlich auch pathologische Gelenke das Urteil "deformiert bezüglich G" erhalten, die aus ganz anderen Gründen (keine Fehlbildung) pathologisch sind. Je kleiner die Gruppe dieser Gelenke ist, desto besser läßt sich die Forderung 3 erfüllen.

Es soll jetzt geprüft werden, wieweit jede der vier Größen ACM, CE, MZ und HW die aufgestellten drei Forderungen erfüllt.

Zu Forderung 1: Die Antwort gibt hier das Ergebnis 6. Danach schneidet der ACM - Winkel am schlechtesten ab, während die restlichen Größen die Forderung 1 gleichermaßen erfüllen (der Unterschied ist nicht signifikant). Als Rangfolge will ich trotzdem einmal festhalten:

1. CE 2. HW 3. MZ 4. ACM

Zu Forderung 2: Hier bestimmt Ergebnis 4 die Rangfolge, also

1. HW 2. (ACM) 3. MZ 4. CE

Am schlechtesten schneidet diesmal CE ab, am besten HW. Der ACM - Winkel hat hier nur eine scheinbar günstige Position, denn wie Forderung 1 zeigt, ist die von ihm erfaßte Konfiguration in den wenigsten Fällen Ursache der Arthrose; deshalb kann er Forderung 2 natürlich leichter erfüllen.

Zu Forderung 3: Ergebnis 6 zeigt, daß allein- oder mitverantwortlich für den pathologischen Zustand eines Hüftgelenkes ist in

38 % - 56 % die Ausbildung der Pfanne,
57 % - 74 % die Ausnutzung der Pfanne,
54 % - 70 % die Dezentrierung ,
55 % - 70 % die Form des Gelenkes .

Nun sind unter den pathologischen Hüftgelenken aber

49 % - 58 % deformiert bezüglich ACM ,
69 % - 77 % deformiert bezüglich CE ,
63 % - 72 % deformiert bezüglich MZ ,
61 % - 70 % deformiert bezüglich HW .

Die obere und die untere Gruppe von Zahlenpaaren stellen jeweils die Vertrauensgrenzen dar. Die wahren Werte liegen zwischen den Vertrauensgrenzen. So wäre beispielsweise am ACM - Winkel folgende wahre Kombination möglich: die Ausbildung der Pfanne ist bei 43 % der pathologischen Hüftgelenke die Ursache; deformiert bezüglich ACM sind aber 54 % der pathologischen Gelenke. (43 % liegt zwischen 38 % - 56 %; 54 % liegt zwischen 49 % - 58 %).

Die Kombination (43 %, 54 %) ist also e i n e der möglichen wahren Kombinationen, die hier einmal ganz willkürlich herausgegriffen worden ist. In diesem Fall würden somit 11 % der pathologischen Hüftgelenke (54 % - 43 % = 11 %) zwar als deformiert bezüglich ACM beurteilt werden, obwohl die Ausbildung der Pfanne tatsächlich nicht ursächlich für den pathologischen Zustand dieser 11 % ist.
Neben dieser einen Kombination stehen andere gleichberechtigt, und jede liefert eine bestimmte Differenz, wie hier 11 %. Ich bilde nun den Mittelwert all dieser Differenzen und vergleiche ihn mit den

Mittelwerten der drei anderen Größen. Am günstigsten im Sinne der Forderung 3 ist die Größe mit dem kleinsten Mittelwert.

Die gefundenen Mittelwerte sind nun
7 % für den ACM - Winkel,
8 % für den CE - Winkel,
6 % für den MZ - Wert ,
4 % für den Hüftwert .
Bezüglich der dritten Forderung ergibt sich somit folgende Rangordnung:

1. HW 2. MZ 3. ACM 4. CE

Beurteilt man nun, welche der vier Größen die drei gestellten Forderungen am besten erfüllt, so erweist sich der Hüftwert als die geeignetste Größe, die Fehlbildung eines Hüftgelenkes zu erfassen. Damit sind die beiden eingangs gestellten Fragen beantwortet.

In den jetzt folgenden Teilen der Arbeit werde ich nur noch die Aussagen über Hüftgelenke verwerten, die der Hüftwert geliefert hat. Der Zusatz "bezüglich G" ist im folgenden also überflüssig, da sich alles jeweils auf HW bezieht.

2. Teil

Das Urteil "deformiert", das einem Hüftgelenk zugesprochen wird, wenn sein Hüftwert größer oder gleich 16 ist, soll für den Moment einmal "quantitativ deformiert" genannt werden. Diese quantitative Deformierung will ich mit der "qualitativen Deformierung", also mit dem Urteil, das auf Grund genauer Betrachtung (klinischer Blick) des Röntgenbildes entsteht, vergleichen.

Drei Fragen stellen sich bei einem solchen Vergleich:

1. Frage: Wird auch als "qualitativ deformiert" beurteilt, was als "quantitativ deformiert" festgestellt wurde ?

2. Frage: Wird auch als "qualitativ nicht deformiert" angesehen, was sich als "quantitativ nicht deformiert" erweist ?

3. Frage: Wie objektiv ist das quantitative Urteil, und wie objektiv ist das qualitative ?

Zu Frage 1: Tabelle 6 zeigt, daß unter den 459 pathologischen Hüftgelenken 299 quantitativ deformiert waren.
Bei 276 Gelenken, also bei 92 %, war das qualitative Urteil das gleiche; bei drei Gelenken (1 %) kam es zu keinem eindeutigen Urteil (Grenzwert).
Es läßt sich also eine recht gute Übereinstimmung fest - stellen.

Zu Frage 2: Unter den 358 normalen Hüftgelenken wurden 335 als quantitativ nicht deformiert angesehen. Das qualitative Urteil war in 266 Fällen, also in 80 %, das gleiche. Bei 33 Gelenken, also bei gut 9 %, war das Urteil wieder nicht eindeutig (Grenzwert). In Anbetracht einer Übereinstimmung von 80 % und 9 % Enthaltungen würde ich auch hier noch von guter Übereinstimmung sprechen.

TABELLE 6: Vergleich zwischen quantitativem Urteil und qualitativem Urteil

	358 normale Hüftgel.		459 pathologische Hüftgel.	
	335 quantitativ nicht deformiert	23 quantitativ deformiert	160 quantitativ nicht deformiert	299 quantitativ deformiert
qual.nicht deformiert	266	9	60	20
qual. deformiert	36	12	83	276
Grenzwert (qual.)	33	2	17	3

Zu Frage 3: Diese Frage ist für das quantitative Urteil sofort zu beantworten. Es ist - von Meßfehlern abgesehen - völlig objektiv.

Das qualitative Urteil dagegen zeigt hier seine ganze Schwäche. Um das zu zeigen, soll einmal die folgende Überlegung angestellt werden: man lege einem Betrachter etwa zwei Stapel von Röntgenbildern vor und lasse ihn urteilen, ob die abgebildeten Hüftgelenke deformiert oder aber nicht deformiert sind. Der erste Stapel enthalte normale Gelenke und der zweite Stapel pathologische. Der Betrachter wird nun beim Durchsehen der nomalen Hüftgelenke das Urteil "nicht deformiert" leichter fällen als "deformiert", weil ihm gefühlsmäßig die Kombination "normal - nicht deformiert" die wahrscheinlichere ist. Genau umgekehrt wird er sich beim zweiten Stapel verhalten. Bei diesen pathologischen Hüftgelenken wird er schneller mit dem Urteil "deformiert" sein als mit dem Urteil "nicht deformiert". Diese unbewußte Beeinflussung beim Urteilen zeigt sich auch deutlich bei meinem Material. Von den 23 normalen, aber quantitativ deformierten Hüftgelenken wurden nur 12, also 52 %, auch als deformiert erkannt. Und umgekehrt verhält es sich bei den pathologischen Gelenken. Hier wurden von den 160 quantitativ nicht deformierten Hüftgelenken nur 60, also 37 %, auch als solche erkannt.

Das qualitative Urteil ist also durch nicht objektive Faktoren drastisch beeinflußbar, was für das Messen, also das quantitative Urteil, nicht gilt.

Als Konsequenz des Vergleiches ergibt sich somit: muß man sich bei einem Hüftgelenk entscheiden, ob es fehlgebildet ist oder nicht, so sollte man dann keinesfalls auf das Messen verzichten, wenn man eine möglichst sichere Entscheidung anstrebt. Das gilt vor allem dann, wenn schon gewisse irritierende Eigenschaften wie Zysten, Sklerosierung usw. mit dem Gelenk (Röntgenbild) verknüpft sind.

Am Rande sei noch die folgende Beobachtung wiedergegeben: in Tabelle 6 fällt auf, daß die meisten Hüftgelenke, die sich auf Grund des klinischen Blickes schlecht als deformiert bzw. nicht deformiert einstufen lassen (Grenzwert) sich beim Messen als nicht deformiert herausstellen. Mit anderen Worten: ist man beim Betrachten des Röntgenbildes unsicher, ob es sich um ein deformiertes oder nicht deformiertes Hüftgelenk handelt, so ist es am wahrscheinlichsten, daß das Gelenk tatsächlich nicht deformiert ist.

Am Schluß noch eine Bemerkung zu Hüftgelenken mit besonders tiefer Pfanne: diese Hüftgelenke haben einen durchschnittlichen Hüftwert von 6,5 und sind somit als nicht deformiert anzusehen; unter diesem Aspekt stellt sich eine protrusio acetabuli als die Entwicklungsstufe einer Arthrose bei einer tiefen Pfanne dar, wobei die Arthrose aber nicht durch die tiefe Pfanne bedingt ist.

VII. Beziehung zwischen Deformierung und Beschwerden

Dieses Kapitel ist in drei Teile gegliedert. Der erste Teil behandelt die Beziehung "Deformierung - Schmerzen", der zweite "Deformierung - Bewegungseinschränkung" und der dritte Teil "Deformierung - erkennbare arthrotische Zeichen auf dem Röntgenbild". Jeder der drei Teile ist seinerseits in eine Betrachtung der leicht deformierten und der schwer deformierten Hüftgelenke aufgeteilt.

Alle verwendeten Zahlenangaben sind den Tabellen 7 bis 12 entnommen.

Diesem Kapitel können natürlich nur die Messungen und Angaben der 459 pathologischen Hüftgelenke zu Grunde liegen. Für die normalen Gelenke war ja gefordert worden (Kapitel II), daß sie weder Schmerzen noch Bewegungseinschränkungen verursachen, und daß sie auf dem Röntgenbild keine coxarthrotischen Zeichen erkennen lassen. Aus dem gleichen Grunde gelten die Skizzen 11 bis 24 ebenfalls nur für pathologische Hüftgelenke.

Aussagen, die mit dem Zusatz "vermutlich" versehen sind, konnten nicht signifikant bewiesen werden. Fehlt dieser Zusatz, so ließen sich die Aussagen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % nachweisen.

1. Teil, Deformierung - Schmerzen

A: bei leicht deformierten Hüftgelenken

Ein leicht deformiertes Gelenk braucht trotz erkennbarer Arthrose keine Schmerzen zu verursachen. Unter den 89 pathologischen leicht deformierten Hüftgelenken befanden sich 39 ohne Schmerzen, also 34 % bis 54 % (Vertrauensgrenzen). Nimmt man einmal 45 % als Orientierungswert an, so gilt das

Ergebnis 11: Bei 45 % der leicht deformierten Hüftgelenke äußert sich die bestehende Arthrose nicht durch Schmerzen.

Entsprechend gilt

Ergebnis 12: Bei 55 % (genau: 46 % - 66 %) leicht deformierter Hüftgelenke ist die bestehende Arthrose mit Schmerzen verbunden.

Gelten nun die Ergebnisse 11 und 12 für alle Altersgruppen gleichermaßen oder nicht ? Skizze 11 zeigt, daß vermutlich in den Altersgruppen 21 J. - 25 J. (AG = 1) und 36 J. - 40 J. (AG = 4) der Prozentsatz derjenigen leicht deformierten Gelenke, die keine Schmerzen verursachen, geringer ist; hier äußert sich die bestehende Arthrose also eher durch Schmerzen.

TABELLE 7: leicht deformiert - Schmerzen

Altersgruppe	ohne Schm.	Schmerzen erstmals aufgetreten vor 1/2 J.	1/2-2 J.	2-5 J.	5-10 J.	10-15 J.	über 15 J.	Gesamtzahl
21-25 J.	7	7	2	2	1	2	0	21
26-30 J.	8	1	4	1	2	0	0	16
31-35 J.	4	1	2	2	1	0	0	10
36-40 J.	4	6	2	1	0	0	0	13
41-45 J.	6	1	3	2	0	0	0	12
46-50 J.	10	3	1	2	0	0	1	17
								89

In welchem Alter beginnt bei einem leicht deformierten Hüftgelenk der Schmerz am häufigsten ? Oder anders ausgedrückt: in welchen Altersstufen ist die Korrelation "leicht deformiert - Schmerz beginnt" am häufigsten anzutreffen ? Skizze 11 läßt vermuten, daß dies die Altersgruppen 1 und 4 sind. Skizze 17 bestätigt dies. (Dieser Skizze liegen die in Tabelle 7 in der Spalte "1/2 Jahr" aufgeführten Werte zu Grunde). Auffällig ist die Häufigkeit des Schmerzbeginns in der Altersgruppe 36 J. - 40 J. (AG = 4).

Ergebnis 13: In den Altersgruppen 21 J. - 25 J. und 36 J. - 40 J. kommt es bei einem leicht deformierten Hüftgelenk am häufigsten zu einem Schmerzbeginn.

Die Häufigkeit für die Altersgruppe 36 J. - 40 J. liegt vermutlich doppelt so hoch wie in den benachbarten Bereichen.

B: bei schwer deformierten Hüftgelenken

Unter meinem Material fanden sich von 211 schwer deformierten Hüftgelenken 34 ohne Schmerzen, also 11 % - 22 %. Die Altersabhängigkeit ist hier sehr deutlich (Skizze 12).

Ergebnis 14: Selbst schwer deformierte Hüftgelenke brauchen noch keine Schmerzen zu verursachen.

So haben in der Altersgruppe 1 (21 J. - 25 J.) etwa 30 % keine Schmerzen, mit jeder weiteren Altersgruppe sinkt der Prozentsatz um etwa 5 % (das sind also für die Altersgruppe 5 nur noch 10 % ohne Schmerzen). Die Altersgruppe AG = 6 macht von dieser Regel eine Ausnahme; als Orientierungswert für Schmerzfreiheit kann hier 20 % gelten. Die Erklärung ist sicher darin zu sehen, daß die meisten schwer deformierten Hüftgelenke dieser Altersgruppe operiert wurden und somit für meine Untersuchungen wieder ausschieden.

TABELLE 8: schwer deformiert - Schmerzen

Alters-gruppe	ohne Schm.	Schmerzen erstmals aufgetreten vor 1/2 J.	J.1/2-2	J.2-5	J.5-10	J.10-15	J.über 15 J.	Gesamt-zahl
21-25 J.	9	5	2	4	2	3	2	27
26-30 J.	7	6	7	1	7	1	2	31
31-35 J.	5	7	7	7	5	2	3	36
36-40 J.	5	4	6	10	11	4	1	41
41-45 J.	3	11	10	4	4	6	5	43
46-50 J.	5	6	3	5	4	3	7	33
								211

Entsprechend bzw. komplementär zu Ergebnis 14 gilt das folgende Ergebnis.

Ergebnis 15: Ein schwer deformiertes Hüftgelenk ist in 85 % (genau: 78 % - 89 %) mit Schmerzen verbunden.

Für die Altersgruppe 21 J. - 25 J. liegt der Wert etwa bei 70 % und nimmt mit jeder Altersgruppe um 5 % zu, so daß in der Altersgruppe 41 J. - 45 J. etwa 90 % aller schwer deformierten Gelenke Schmerzen verursachen.

TABELLE 9: leicht deformiert - Bewegungseinschränkungen

Altersgruppe	keine Einschr.d.B.	Bewegungseinschränkungen der Rotation	Ad- u.Abduktion	Flexion	Gesamtzahl
21-25 J.	12	3	5	6	21
26-30 J.	5	7	11	1	16
31-35 J.	4	4	6	3	10
36-40 J.	6	5	5	3	13
41-45 J.	3	6	3	5	12
46-50 J.	7	6	7	6	17
					89

Die Frage, die zu Ergebnis 13 geführt hat, läßt sich analog auch hier stellen, also: in welcher Altersgruppe treten bei schwer deformierten Hüftgelenken Schmerzen am häufigsten auf ? Die Antwort liefert das Ergebnis 16. Skizze 18 veranschaulicht das Ergebnis. (Die benutzten Werte dieser Skizze sind der Tabelle 8 der Spalte "1/2 Jahr" entnommen).

Ergebnis 16: Bei schwer deformierten Hüftgelenken ist die Häufigkeit des Schmerzbeginns in allen Altersgruppen, ausgenommen der 4., gleich (Orientierungswert 20 %).
In der Altersgruppe 36 J. - 40 J. (AG = 4) ist sie vermutlich geringer.

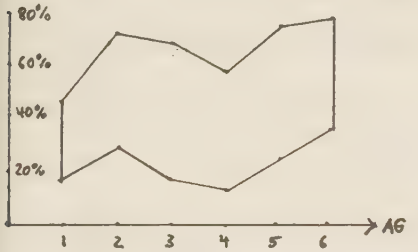
TABELLE 10: schwer deformiert - Bewegungseinschränkungen

Altersgruppe	keine Einschr.d.B.	Bewegungseinschränkungen der Rotation	Ad- u.Abduktion	Flexion	Gesamtzahl
21-25 J.	6	17	13	7	27
26-30 J.	4	23	23	14	31
31-35 J.	1	31	31	19	36
36-40 J.	0	38	34	27	41
41-45 J.	6	36	29	24	43
46-50 J.	2	29	28	22	33
					211

Ein Vergleich von Skizze 17 und Skizze 18 zeigt, daß die eine bei AG = 4 einen "Berg" aufweist, und die andere bei AG = 4 ein "Tal". Das gibt Anlaß zu einer Vermutung, die hier einmal betrachtet werden soll.

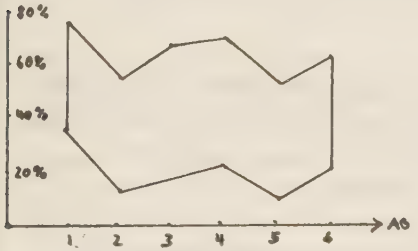
Ein arthrotisches Hüftgelenk macht in der Regel einen degenerativen Prozeß durch. Ist es zunächst leicht deformiert, so wird es über kurz oder lang schwer deformiert. Diese Überlegung führt zu einer wichtigen Frage:
Wieviel Zeit verstreicht zwischen dem leicht deformierten Zustand und dem schwer deformierten ?
Skizze 17 zeigt, daß die Hüftgelenke der Altersgruppe 36 J. - 40 J. (AG = 4) häufiger als die der anderen Altersgruppen bereits in leicht deformiertem Zustand Schmerzen verursachen. Ab dieser Altersgruppe gibt es also weniger Gelenke, die die Möglichkeit haben, erst im schwer deformierten Zustand Schmerzen zu verursachen. Würde - einmal angenommen - die Entwicklung vom leicht deformierten Zustand etwa 10 Jahre betragen, so hieße das, daß in der Altersgruppe 6 (46 J. - 50 J.), also nach 10 Jahren, weniger schwer deformierte Hüftgelenke existieren, die bis dahin schmerzfrei waren und erst jetzt Schmerzen bekommen. Das müßte bei AG = 6 in Skizze 18 zu einem "Tal" führen. Dieses liegt aber bereits bei AG = 4 ! Deshalb liegt die Vermutung nahe, daß der genannte Entwicklungsprozeß in wenigen Jahren (innerhalb von 5) vor sich geht, wenigstens für Gelenke der Altersgruppe 4.

Skizze 11: % der leicht deformierten Hüften ohne Schmerzen

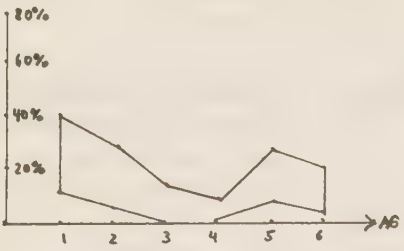


Skizze 12: % der schwer deformierten Hüften ohne Schmerzen

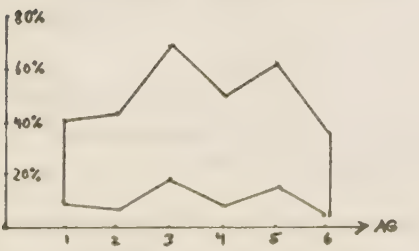
Skizze 13: % der leicht deformierten Hüften ohne Bewegungseinschränkung



Skizze 14: % der schwer deformierten Hüften ohne Bewegungseinschränkung



Skizze 15: % der leicht deformierten Hüften ohne arthrotische Anzeichen auf dem Röntgenbild



Skizze 16: % der schwer deformierten Hüften ohne arthrotische Anzeichen auf dem Röntgenbild

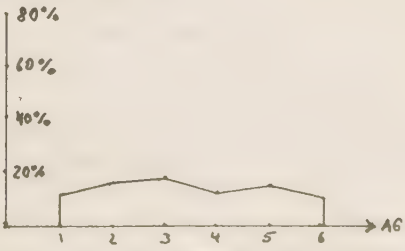


TABELLE 11: leicht deformiert - arthrotische Anzeichen

Alters-gruppe	keine arthr. Anzeichen	arthrotische Anzeichen vom Grade 1	2	3	Gesamt-zahl
21-25 J.	4	14	3	0	21
26-30 J.	3	10	3	0	16
31-35 J.	4	4	2	0	10
36-40 J.	3	8	2	0	13
41-45 J.	4	8	0	0	12
46-50 J.	2	12	2	1	17
					89

Auch eine andere Betrachtung führt zu einer ähnlichen Zeitspanne. Unter den 42 leicht deformierten Hüftgelenken über 35 Jahren (Tabelle 7) fand sich nur ein einziges, also 0,5 % - 12,5 %, das Schmerzen seit mehr als 5 Jahren verursachte. Das berechtigt nun zu folgendem Ergebnis:

Ergebnis 17: Ein leicht deformiertes Hüftgelenk über 35 Jahren, das Schmerzen verursacht, ist in der Regel spätestens 5 Jahre nach Schmerzbeginn schwer deformiert (mit allen Konsequenzen eines solchen Zustandes).

Man kann nun auch für jüngere, leicht deformierte Hüftgelenke ebenfalls ein Ergebnis dieser Art aus Tabelle 7 ablesen. Unter den 47 leicht deformierten Gelenken zwischen 21 J. - 35 J. befanden sich nur zwei mit Schmerzen seit mehr als 10 Jahren, also 1,2 % - 14,3 %.

Ergebnis 18: Ein leicht deformiertes Hüftgelenk zwischen 21 J. - 35 J., das Schmerzen verursacht, ist in der Regel spätestens 10 Jahre nach Schmerzbeginn schwer deformiert (mit allen Konsequenzen eines solchen Zustandes).

Ergebnis 17 und 18 erhalten übrigens erst in ihrer Zusammenfassung (Ergebnis 33) ihre klare prognostische Aussage.

2. Teil, Deformierung - Bewegungseinschränkung

A: bei leicht deformierten Hüftgelenken.

Analog zu Ergebnis 11 gilt das

Ergebnis 19: Bei 45 % der leicht deformierten Hüftgelenke äußert sich die bestehende Arthrose nicht durch eine Beeinträchtigung der Bewegung.

45 % ist auch hier wieder als Orientierungsgröße zu verstehen; genau zeigten 32 % - 52 % der leicht deformierten Gelenke (37 von 89) keine Bewegungseinschränkungen.
Die Frage nach der Altersabhängigkeit veranschaulicht Skizze 13. Vermutlich liegt der Prozentsatz in den Altersgruppen 21 J. - 25 J. (AG = 1) und 36 J. - 40 J. (AG = 4) etwas höher; eine Bewegungseinschränkung ist also hier vermutlich seltener.

TABELLE 12: schwer deformiert - arthrotische Anzeichen

Altersgruppe	keine arthr. Anzeichen	arthrotische Anzeichen vom Grade 1	2	3	Gesamtzahl
21-25 J.	0	12	14	1	27
26-30 J.	1	9	19	2	31
31-35 J.	2	11	15	8	36
36-40 J.	1	11	16	13	41
41-45 J.	2	13	24	4	43
46-50 J.	0	11	14	8	33
					211

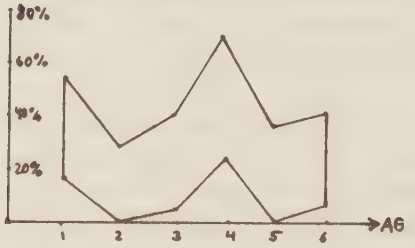
Entsprechend dem Ergebnis 19 gilt

Ergebnis 20: Bei 55 % (genau: 48 % - 68 %) ist die Arthrose eines leicht deformierten Hüftgelenkes nicht mit einer Bewegungseinschränkung verbunden.

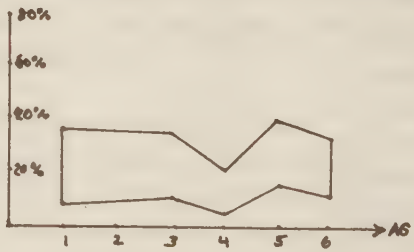
Der Vergleich der Skizzen 13 und 11 ist recht interessant. Einem "Berg" in Skizze 13 entspricht ein "Tal" in Skizze 11, und einem "Tal" in Skizze 13 entspricht ein "Berg" in Skizze 11. Das bedeutet folgendes: äußert sich die Arthrose häufiger durch Schmerzen (21 J. - 25 J. und 36 J. - 40 J.), dann weniger häufig durch Bewegungseinschränkung; und äußert sich die Arthrose häufiger durch Bewegungseinschränkung (26 J. - 30 J. und 41 J. - 45 J.), dann weniger häufig durch Schmerzen.

Dieser Tatbestand läßt sich so erklären: arthrotische Hüftgelenke führen in der Regel 5 Jahre nach Schmerzbeginn zu Bewegungseinschränkungen; denn der "Schmerzwelle" bei AG = 1 (21 J. - 25 J.) folgt eine Welle der Bewegungsbeeinträchtigung 5 Jahre später bei AG = 2 (26 J. - 30 J.); und das Entsprechende gilt für AG = 4 (36 J. - 40 J.) und AG = 5 (41 J. - 45 J.).

Skizze 17: % der leicht deformierten Hüftgelenke mit Schmerzen seit 1/2 Jahr



Skizze 18: % der schwer deformierten Hüftgelenke mit Schmerzen seit 1/2 Jahr

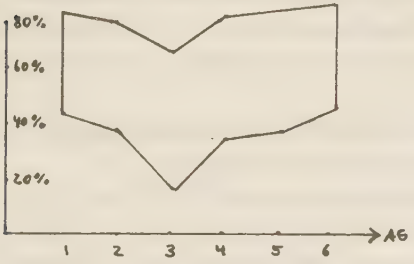


Das nächste Ergebnis gibt darüber Auskunft, wie häufig die verschiedenen Arten der Bewegungseinschränkungen auftreten.

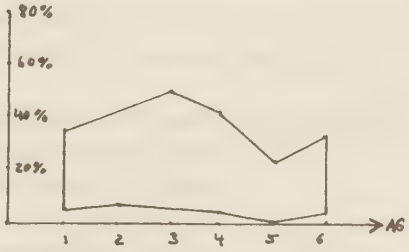
Ergebnis 21: Leicht deformierte Hüftgelenke mit bestehender Arthrose zeigen in

19 % - 35 % Einschränkung der Rotation,
23 % - 40 % Einschränkung der Ad- und Abduktion,
14 % - 28 % Einschränkung der Beugung und Streckung.

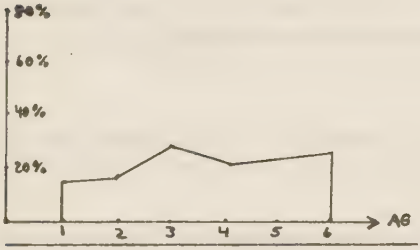
Skizze 19: % der leicht deformierten Hüften mit Coxarthrosegrad I



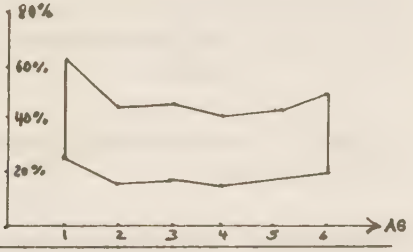
Skizze 20: % der leicht deformierten Hüften mit Coxarthrosegrad II



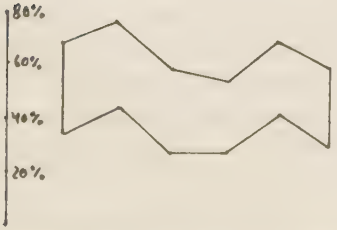
Skizze 21: % der leicht deformierten Hüften mit Coxarthrosegrad III



Skizze 22: % der schwer deformierten Hüften mit Coxarthrosegrad I



Skizze 23: % der schwer deformierten Hüften mit Coxarthrosegrad II



Skizze 24: % der schwer deformierten Hüften mit Coxarthrosegrad III

B: bei schwer deformierten Hüftgelenken

Schwere Deformierung eines Hüftgelenkes führt nicht zwangsläufig zu einer Einschränkung der Bewegungsmöglichkeit. Von 211 Gelenken dieser Art zeigten 19 keine Bewegungseinschränkung, also 6 % - 14 %. Die Altersabhängigkeit ist hier wieder deutlich (Skizze 14).

Ergebnis 22: Etwa 10 % der schwer deformierten Hüftgelenke zeigen keine Bewegungseinschränkung.
Die Orientierungswerte liegen bei 20 % für die Altersgruppe AG = 1 (21 J. - 25 J.) und fallen bis zur Altersgruppe AG = 4 (36 J. - 40 J.) um jeweils 5 % ab. Für die Altersgruppen AG = 5 und AG = 6 (41 J. - 50 J.) ist der Orientierungswert 15 %; also wieder höher. (Erklärung wie unter Ergebnis 14).

Komplementär gilt wieder

Ergebnis 23: In 90 % (genau: 86 % - 94 %) aller Fälle ist die schwere Deformierung mit einer Bewegungseinschränkung verbunden.

Die Art der Bewegungsbeeinträchtigung liefert (in Analogie zu Ergebnis 21) das

Ergebnis 24: Schwer deformierte Hüftgelenke zeigen in

77 % - 87 % Einschränkung der Rotation,
68 % - 80 % Einschränkung der Ad- und Abduktion,
47 % - 60 % Einschränkung der Beugung und Streckung.

3. Teil, Deformierung - röntgenologisch sichtbare arthrotische Zeichen

A: bei leicht deformierten Hüftgelenken

In Analogie zu Ergebnis 11 gilt das

Ergebnis 25: Bei 25 % der leicht deformierten Hüftgelenke sind trotz bestehender Arthrose keine arthrotischen Veränderungen des Gelenkes auf dem Röntgenbild sichtbar.

25 % ist wieder der Orientierungswert (Skizze 15); genau zeigten 15 % - 32 % der leicht deformierten Hüftgelenke (20 von 89) keine arthrotischen Veränderungen. In den Altersgruppen AG = 3 und AG = 5 ist der Prozentsatz vermutlich etwas höher anzusetzen.

Entsprechend gilt

Ergebnis 26: Bei 75 % (genau: 68 % - 85 %) leicht deformierter arthrotischer Hüftgelenke zeigen sich auf dem Röntgenbild arthrotische Veränderungen.

Wie oft kommen nun die einzelnen Coxarthrosegrade bei leicht deformierten Gelenken vor ? Antwort gibt das

Ergebnis 27: Von den leicht deformierten Hüftgelenken mit bestehender Arthrose zeigen auf dem Röntgenbild

52 % - 72 % arthrotische Zeichen vom Grade 1,
8 % - 22 % arthrotische Zeichen vom Grade 2,
0 % - 6 % arthrotische Zeichen vom Grade 3.

Die Altersabhängigkeit veranschaulichen die Skizzen 19, 20 und 21. Auffallend ist, daß vermutlich in der Altersgruppe AG = 3 (31 J. - 35 J.) der leichte Arthrosegrad weniger oft vorkommt als in den anderen Altersgruppen, dagegen aber die beiden schweren Arthrosegrade häufiger sind.

B: bei schwer deformierten Hüftgelenken

Von diesen Hüftgelenken zeigten nur 7 von 211 keine arthrotischen Zeichen auf dem Röntgenbild, also 1 % - 7 %. Eine Altersabhängigkeit besteht hier nicht (Skizze 16). Nimmt man 5 % als Orientierungswert, so gilt das

Ergebnis 28: Lediglich in etwa 5 % zeigen schwer deformierte Hüftgelenke keine arthrotischen Zeichen auf dem Röntgenbild.

Und entsprechend

Ergebnis 29: Schwer deformierte Hüftgelenke lassen die Arthrose in etwa 95 % (genau: 93 % - 99 %) aller Fälle auf dem Röntgenbild erkennen, gleichgültig, um welches Alter des Gelenkes es sich handelt.

Die Frage nach der Häufigkeit der einzelnen Coxarthrosegrade bei schwer deformierten Gelenken beantwortet

Ergebnis 30: Von den schwer deformierten Hüftgelenken zeigen auf dem Röntgenbild

26 % - 38 % arthrotische Zeichen vom Grade 1,
42 % - 55 % arthrotische Zeichen vom Grade 2,
12 % - 23 % arthrotische Zeichen vom Grade 3.

Die Altersabhängigkeit veranschaulichen die Skizzen 22, 23, 24. Auffällig ist, daß sich der schwere Coxarthrosegrad 3 in den Altersgruppen 3 und 4 sowie 6 besonders häuft (Skizze 24).

Es liegt nun nahe, diese beiden "Arthroseberge" als das Ende der beiden Entwicklungen anzusehen, die im Anschluß an Ergebnis 20 aufgezeigt sind.

Es lassen sich gewissermaßen zwei "Arthrosewellen" verfolgen:
die erste startet bei AG 1 mit Schmerzen, führt bei AG 2 zu Bewegungseinschränkungen und erreicht ihren Abschluß mit schwerer Deformierung und schwerstem Arthrosegrad bei AG 3 und 4.
Die zweite Welle startet mit Schmerzen bei AG 4, führt bei AG 5 zu Bewegungseinschränkungen und endet mit schwerer Deformierung und schwerstem Coxarthrosegrad bei AG 6.
Man kann vermuten, daß die erste Welle durch weibliche und die zweite Welle durch männliche Hüftgelenke ausgelöst wird. Dazu paßt der Befund meines Materials, daß das Verhältnis von weiblichen zu männlichen Gelenken in den Altersgruppen 3 und 4 größer ist als in der Altersgruppe 6; in dieser sind die männlichen Hüftgelenke relativ häufiger zu finden. (Die weiblichen Gelenke mit frühzeitigem schweren pathologischen Zustand sind hier durch Operation für meine Untersuchungen bereits ausgeschieden.)

VIII. Entwicklungsprognosen für deformierte Hüftgelenke

Dieses Kapitel soll die Frage behandeln, welche Prognosen auf Grund der Kenntnis des Röntgenbildes möglich sind in Kombination mit Schmerzen bzw. keine Schmerzen am Hüftgelenk.

A: für normale Hüftgelenke

Ansatzpunkt für eine Prognose ist bei normalen Hüftgelenken allein das Röntgenbild, welches das Gelenk als deformiert oder nicht deformiert ausweist. Beim normalen Hüftgelenk ergibt sich die Frage, ob seine Form Ursache für eine spätere Arthrose sein kann und wann gegebenenfalls mit dem Auftreten von Schmerzen und Bewegungsbehinderung zu rechnen ist. Diese Frage besteht also aus zwei Teilfragen:

1. Teilfrage: Könnte die Form des Hüftgelenkes Ursache für eine Arthrose sein ?

2. Teilfrage: (Falls die erste positiv entschieden wurde) Wann ist mit dem Beginn der Arthrose zu rechnen ?

Zu Teilfrage 1: Diese ist identisch mit der Frage, ob das Hüftgelenk deformiert ist (bezüglich HW); denn in dieser Arbeit bedeutet deformiert ja, daß die Form des Gelenkes Anlaß zu einer arthrotischen Entwicklung geben kann (Ergebnis 10).

Die Antwort zu Teilfrage 1 ist auf Grund der Ergebnisse 1 und 2 das

Ergebnis 31: Ist der (auf- bzw. abgerundete) Hüftwert eines Hüftgelenkes kleiner als 16, so kann man ausschließen, daß es auf Grund der Form des Gelenkes zu einer Arthrose kommt.
Im anderen Fall (HW $\geq$ 16) muß mit dieser Möglichkeit gerechnet werden.

Zu Ergebnis 31 sei noch folgendes ergänzend bemerkt: der gemessene Hüftwert kann sich durch Meßungenauigkeiten um 2 vom tatsächlichen

Hüftwert unterscheiden, wenn für ACM eine Meßungenauigkeit von 1^{o}, für CE von 2^{o} und für MZ von 1 mm angenommen wird. Es ist deshalb zweckmäßig, ein Hüftgelenk, dessen Hüftwert nicht deutlich kleiner (mehr als 2) als 16 ist, an einem neuen Röntgenbild nachzumessen.

Bei einem Gelenk mit Hüftwert größer oder gleich 16 besteht also die Möglichkeit, daß die Deformierung Anlaß zu einer Arthrose gibt; mit Sicherheit kann eine arthrotische Entwicklung natürlich grundsätzlich nicht vorausgesagt werden.
Unter diese Betrachtung fallen - wie Ergebnis 4 zeigt - 4 % bis 10 % der normalen Hüftgelenke. Bedenkt man aber andererseits, wie schwerwiegend eine Coxarthrose ist, so scheint es gerechtfertigt, eine erkannte Deformierung als Indikation für eine Behandlung (oder wenigstens Beobachtung) anzusehen, auch wenn dadurch Patienten miterfaßt werden, die eine solche Behandlung nicht nötig hätten. (Hackenbroch: eine praearthrotische Deformierung soll sofort behandelt werden).

Zu Teilfrage 2: Diese ist wesentlich schwieriger zu beantworten. Wollte man zu einem exakten Urteil kommen, so müßte man über eine langjährige Verlaufsbeobachtung normaler, aber deformierter Hüftgelenke verfügen. Aber welche Patienten lassen sich jedes Jahr röntgen, wenn in ihren Augen überhaupt kein Grund zu einer solchen Maßnahme (Belästigung) vorliegt ? Wohl keine !
Verlaufsbeobachtungen dieser Art hatte ich deshalb nicht; somit läßt sich mit meinem Material Teilfrage zwei nicht beantworten. (Wobei natürlich völlig offen ist, ob man sie überhaupt beantworten kann; ob es also möglich ist, aus der Deformierung den Zeitpunkt des Arthrosebeginns abzulesen).

Mein Material läßt aber gewisse Tendenzen erkennen. Es zeigte sich (Ergebnis 13), daß ein leicht deformiertes Hüftgelenk zwar in jedem Alter zu Schmerzen führen kann, zwei Altersstufen aber bevorzugt sind.

Ergebnis 32: In den Altersgruppen AG 1 und AG 4 (21 J. - 25 J. sowie 36 J. - 40 J.) tritt der Schmerzbeginn bei leicht deformierten Hüftgelenken signifikant häufiger auf als in den übrigen Altersgruppen.

Es sei noch einmal daran erinnert, daß ein normales Hüftgelenk nicht schwer deformiert sein kann (Definition !). Ein dem Ergebnis 32 entsprechendes Ergebnis für schwer deformierte Hüftgelenke müßte im nächsten Abschnitt bei der Betrachtung pathologischer Hüftgelenke folgen. Die weitere Entwicklung schwer deformierter Hüftgelenke verfolge ich in dieser Arbeit aber nicht.

B: für pathologische Hüftgelenke

Bei den pathologischen Hüftgelenken heißt die wichtige Frage: wie wird sich ein solches Gelenk weiter entwickeln ?
Sind erst einmal Schmerzen aufgetreten, gleich ob intermittierend oder ständig, so geben die Ergebnisse 17 und 18 eine Antwort. Faßt man ihre beiden Aussagen zusammen, so gilt das folgende Ergebnis 33. Ein Vergleich von Ergebnis 33 mit Ergebnis 17 und 18 zeigt, daß die Zusammenfassung der beiden Ergebnisse eine viel schärfere (nicht widersprüchliche !) Prognose erlaubt.

Ergebnis 33:

1. Beginnt der Schmerz bei einem leicht deformierten Hüftgelenk im Alter zwischen 11 und 25 Jahren, so ist das Hüftgelenk in der Regel nach 10 Jahren schwer deformiert.

2. Beginnt der Schmerz bei einem leicht deformierten Hüftgelenk im Alter zwischen 26 und 30 Jahren, so ist das Hüftgelenk in der Regel bis zum 35. Lebensjahr schwer deformiert.

3. Beginnt der Schmerz bei einem leicht deformierten Hüftgelenk im Alter über 30 Jahren, so ist das Hüftgelenk in der Regel nach 5 Jahren schwer deformiert.

Ergebnis 33 gilt natürlich nur für den Fall, daß die Deformierung bestehen bleibt. Bemerkenswert ist, daß sich die angegebene Zeitspanne vom 25. Lebensjahr an kontinuierlich auf 5 Jahre verkürzt. Was der schwer deformierte Zustand schließlich bedeutet, veranschaulichen die Ergebnisse 15, 23, 29.

Für pathologische, leicht deformierte Hüftgelenke, die keine Schmerzen verursachen, gilt wie für normals Hüftgelenke das Ergebnis 32.

Die Ergebnisse 1 und 2 führen bei normalen Hüftgelenken zu einer Prognose, wie sie in Ergebnis 31 formuliert ist. Im Fall pathologischer Hüftgelenke erlauben sie eine entsprechende Diagnose (Ergebnis 34).

Ergebnis 34: Ist der (auf- bzw. abgerundete) Hüftwert eines pathologischen Hüftgelenkes kleiner als 16, so kann man ausschließen, daß die Form des Gelenkes Anlaß zu der Arthrose gegeben hat. Im anderen Fall (Hüftwert $\geq$ 16) muß mit dieser Möglichkeit gerechnet werden.

Die im Anschluß an Ergebnis 31 gemachte Bemerkung gilt auch wieder hier.

Ergebnis 34 gestattet also eine Entscheidung, ob eine Operation, die die Änderung der mechanischen Verhältnisse am Gelenk zum Ziel hat, gerechtfertigt ist oder nicht.

IX. Anhang

Die Röntgenbilder für diese Arbeit und für die parallele Arbeit über jugendliche Hüftgelenke haben Reinhard Brückl und ich im Sommer 1969 ausgemessen. Dr. Tönnis, Dr. Gasteiger und Dr. Hepp haben dann die Hüftgelenke danach beurteilt, ob sie dysplastisch erschienen oder nicht. Die Einteilung der Hüftgelenke nach Coxarthrosegraden hatte Dr. Gasteiger übernommen. R. Brückl wertete im folgenden Winter die Krankenblätter aus. In der Zwischenzeit habe ich die Auswertungen der Ergebnisse am Leipniz Rechenzentrum (Bayerische Akademie der Wissenschaften) vorgenommen, dessen Rechenanlage mir durch Vermittlung von Prof. Dr. Witt und Dr. Tönnis zur Verfügung stand. Bei der stilistischen Ausarbeitung dieser Arbeit war mir meine Frau Mechthild behilflich.

Literaturangaben

Albert, E.: Dysplasie und Hüftarthrose, unter besonderer Berücksichtigung der Subluxation. Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete 82, 1952

Baumann, R: Algol Manual der Alcor Gruppe. R.Oldenburg Verlag, München - Wien, 1969

Brückel, R: Dissertation: Abgrenzung deformierter von nicht deformierten Hüften. München, 1970

Francillon, M.: Orthopädie der Coxarthrose. Documenta rheumatologica geigy, 13, 1957

Francon, F.: Coxarthrose. Documenta rheumatologica geigy, 9, 1956

Hackenbroch,M.: Die Arthrosis deformans der Hüfte, Leipzig, 1943

Hohmann, G; Hackenbroch, M; Lindemann, K.: Handbuch der Orthopädie. G. Thieme Verlag, Stuttgart, 1957

Hilgenreiner, H.: Zur Frühdiagnose und Frühbehandlung der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. Med.Klinik, 21, 1925

- Zur angeborenen Dysplasie der Hüfte. Z.Orthopädie 69,1939

Idelberger, K; Frank, A.: Über eine neue Methode zur Bestimmung des Pfannendachwinkels bei Jugendlichen und Erwachsenen. Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete 82, 1952

Lloyd - Roberts, G.C.: Osteoarthritis of the hip, a study of the clinical pathology. J. Bone Jt. Surg. 37 B, 8, 1955

Mayer zur Capellen, W.: Leitfaden der Nomographie. Springer Verlag Berlin - Göttingen - Heidelberg, 1953

Putti, V.: Eyrly treatment of congenital dislocation of the hip. J. Bone Jt.Surg. 15, 16, 1933

Tönnis, D; Brunken, D.: Eine Abgrenzung normaler und pathologischer Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie. Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie 64, 1968

Waerden, B.L.van der.: Mathematische Statistik. Springer Verlag Berlin - Heidelberg - New York, 1965

Wiberg, G.: Studies on the dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint with spezial referenz to the complication of osteo-arthritis. J.Bone Jt.Surg.15,16,1933

Lebenslauf

Ich wurde 1938 am 7. Juni als zweiter von drei Söhnen des Bergrates Karl Busse und seiner Frau Maria in Bochum geboren.
Nach vier Jahren Volksschule und neun Jahren Gymnasialzeit in Frankfurt a.M. legte ich 1958 im Karl Schurz Realgymnasium die Reifeprüfung ab.
Im gleichen Jahr begann ich mit dem Studium der Mathematik und Physik an der Johann Wolfgang Goethe Universität in Frankfurt. 1962 wechselte ich nach Erlangen und studierte dort reine Mathematik und Logik. 1965 beendete ich das Studium mit der Diplom-Hauptprüfung für Mathematiker. Danach unterrichtete ich für ein Jahr an einer Privatschule auf der Nordseeinsel Langeoog.
Auf Grund meines Interesses an der medizinischen Forschung sowie meiner Leistungen in Mathematik und Logik wurde ich in die Stiftung Volkswagenwerk aufgenommen, die mir ein Stipendium für das Studium der Medizin zur Verfügung stellte. Dieses Studium habe ich 1966 in München begonnen und im August 1972 beendet.
Seit 1964 bin ich verheiratet, wir haben eine Tochter.

München, August 1972